

**LOS OSTRACODOS DEL CRETACICO SUPERIOR
DEL SINCLINORIO DE BIZKAIA (ARCO VASCO):
ASOCIACIONES GENERICAS**

ERNESTO GARCIA ZARRAGA
JULIO RODRIGUEZ LAZARO

RESUMEN

Si bien los ostrácodos de la Plataforma Nord-castellana y del Surco Navarro-Cántabro se conocen desde los trabajos de Rodríguez Lázaro (1982, etc.), los ostrácodos del dominio profundo durante el Cretácico superior no habían sido estudiados, a excepción de un trabajo de aproximación previa realizado por el mencionado autor y otros (1987) con motivo de la X Reunión de Ostracodólogos de Lengua Francesa.

Se han considerado los afloramientos rocosos existentes en los acantilados costeros de la provincia de Bizkaia, situados entre las localidades de Sopelana y Gorliz. Dichos cortes han sido completados con otros dos de menor envergadura realizados en el interior (área de Lejona), contabilizándose un total de 8 secciones estratigráficas.

Los materiales aflorantes en el área de estudio se han subdividido, siguiendo el criterio de Mathey (1983, 1986) en tres sistemas sedimentarios fundamentales: Sistema Flysch Calcáreo, Sistema Flysch Arenoso y Sistema Margocalizo Finicretácico.

El tratamiento de las muestras en el laboratorio ha sido realizado siguiendo las técnicas habituales en Micropaleontología, trabajándose un total de 61 muestras, 33 de las cuales han proporcionado un material adecuado de ostrácodos. Durante la elaboración de este estudio se ha separado la microfauna de foraminíferos y ostrácodos, cuantificando sus proporciones, con el fin de obtener una representación homogénea de las asociaciones. Más concretamente, dentro de los foraminíferos, se han diferenciado los componentes planctónicos (Globigerinacea) de los bentónicos (Rotaliina y Textulariina). Se han tenido muy en cuenta también las características de las asociaciones de los ostrácodos, en cuanto a la presencia de géneros significativos, así como a la riqueza individual y diversidad específica de aquellas.

Las principales conclusiones obtenidas en este estudio son las siguientes:

- Se han analizado taxonómicamente las faunas de ostrácodos presentes en el Sinclinatorio de Bizkaia (Arco Vasco) durante el Cretácico superior; realizándose la determinación sistemática de 62 géneros de ostrácodos, que comprenden a un conjunto de 122 especies de estos microorganismos. Las descripciones taxonómicas afectan, en este trabajo, exclusivamente a los 36 géneros más característicos.
- Se ha establecido una escala bioestratigráfica genérica de los géneros más característicos de ostrácodos del Sinclinatorio de Bizkaia (Arco Vasco) durante el intervalo Cenomaniense-Maastrichtiense.
- Se han reconocido y caracterizado 6 asociaciones diferentes de estos organismos durante el intervalo temporal considerado. En base a dichas asociaciones, se ha elaborado un esquema de reconstrucción paleoecológica de los materiales estudiados, deduciéndose un ambiente de mar profundo (desde plataforma externa hasta epibatial), para los materiales estudiados.

INTRODUCCION

Los ostrácodos son unos microcrustáceos cuya presencia en el registro fósil se conoce desde el Cámbrico inferior. Todavía hoy son muy abundantes, ocupando prácticamente todos los medios acuáticos; así, es posible recogerlos a cualquier profundidad oceánica, en la propia línea de costa, marismas, etc., o bien en los lagos, ríos y charcas temporales del ambiente continental. Se han descrito algunas especies adaptadas a los ambientes subterráneos (aguas de infiltración, cuevas), e incluso a las aguas termales y salmueras.

Esta capacidad de adaptación a medios ambientes tan diversos es quizás la característica más notoria de los ostrácodos, que se convierten de este modo en unos útiles muy importantes en el campo de la Ecología. Al haber mostrado tal capacidad a lo largo de su historia evolutiva, es posible asimismo reconstruir algunas condiciones ambientales del pasado geológico en base a estos crustáceos, siendo en este sentido considerados como unos buenos índices paleoecológicos.

El estudio de estos microorganismos, que entra dentro del ámbito de la Micropaleontología, presenta otros puntos de interés además del mencionado. Desde un punto de vista biológico, resultan muy interesantes para conocer la historia evolutiva de dicho grupo de crustáceos, así como el considerar sus relaciones con otros organismos, dentro de este entramado de ecosistemas que condicionan en parte el proceso de la Evolución.

Para los análisis geológicos es indispensable conocer la edad de los materiales rocosos; los ostrácodos son también unos buenos datadores, siendo esta utilidad muy apreciada en el campo de la Bioestratigrafía regional.

El conjunto de los datos obtenidos en base al estudio de los ostrácodos aporta resultados de diversa índole. Por un lado los análisis sistemáticos nos permitirán reconocer la presencia de taxones concretos; el seguimiento de éstos a lo largo de muestras seriadas verticalmente proporciona una escala bioestratigráfica donde se reconoce el intervalo durante el cual dicho taxon se desarrolla antes de extinguirse. Si se ordenan las muestras geográficamente, se obtiene una distribución areal de los organismos para un momento geológico determinado. Al compararla con las de otras áreas incluso muy alejadas, se pueden deducir relaciones biogeográficas entre ellas por medio de migraciones faunísticas, etc., definiéndose otra de las aplicaciones características de los ostrácodos en el campo de la paleobiogeografía.

La línea de investigación emprendida con este trabajo continúa en la actualidad, desarrollándose en el Laboratorio de Paleontología de la U.P.V./E.H.U., mediante el estudio de las asociaciones específicas que representaban estos organismos durante el Cretácico superior y Paleógeno en el Sinclinatorio de Bizkaia (Arco Vasco). Este tema de investigación constituye la materia de tesis doctoral de uno de los autores (E.G.Z.). El presente estudio forma parte de un proyecto de investigación de Tercer Ciclo dentro del programa de doctorado titulado: «Geología: Investigación Fundamental, Exploración de Recursos y Geología Ambiental».

LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

La zona de investigación principal se sitúa en los afloramientos rocosos existentes entre las localidades de Sopelana y Gorliz (Bizkaia). Estos cortes de los acantilados costeros se han visto completados con dos secciones de menor envergadura en el interior, una en el área de la universidad y otra en Lejona.

Geológicamente, el área objeto de estudio se localiza en el denominado «Arco Vasco» de Feuillée y Rat (1971) que a su vez se sitúa en la Cuenca Vasco-Cantábrica, representando a los materiales más profundos de dicha cuenca (Fig. 1).

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Hay un gran número de autores que se ocupan, de una u otra manera, de estudiar los materiales del Cretácico superior, situados en el surco del flysch del «Arco Vasco».

Sin entrar a detallar trabajos generales antiguos (Adán de Yarza 1892, 1906, 1918; etc.), que tuvieron en su tiempo una notable importancia, las investigaciones modernas se abren con los estudios de Rat (1959). Ya en los años

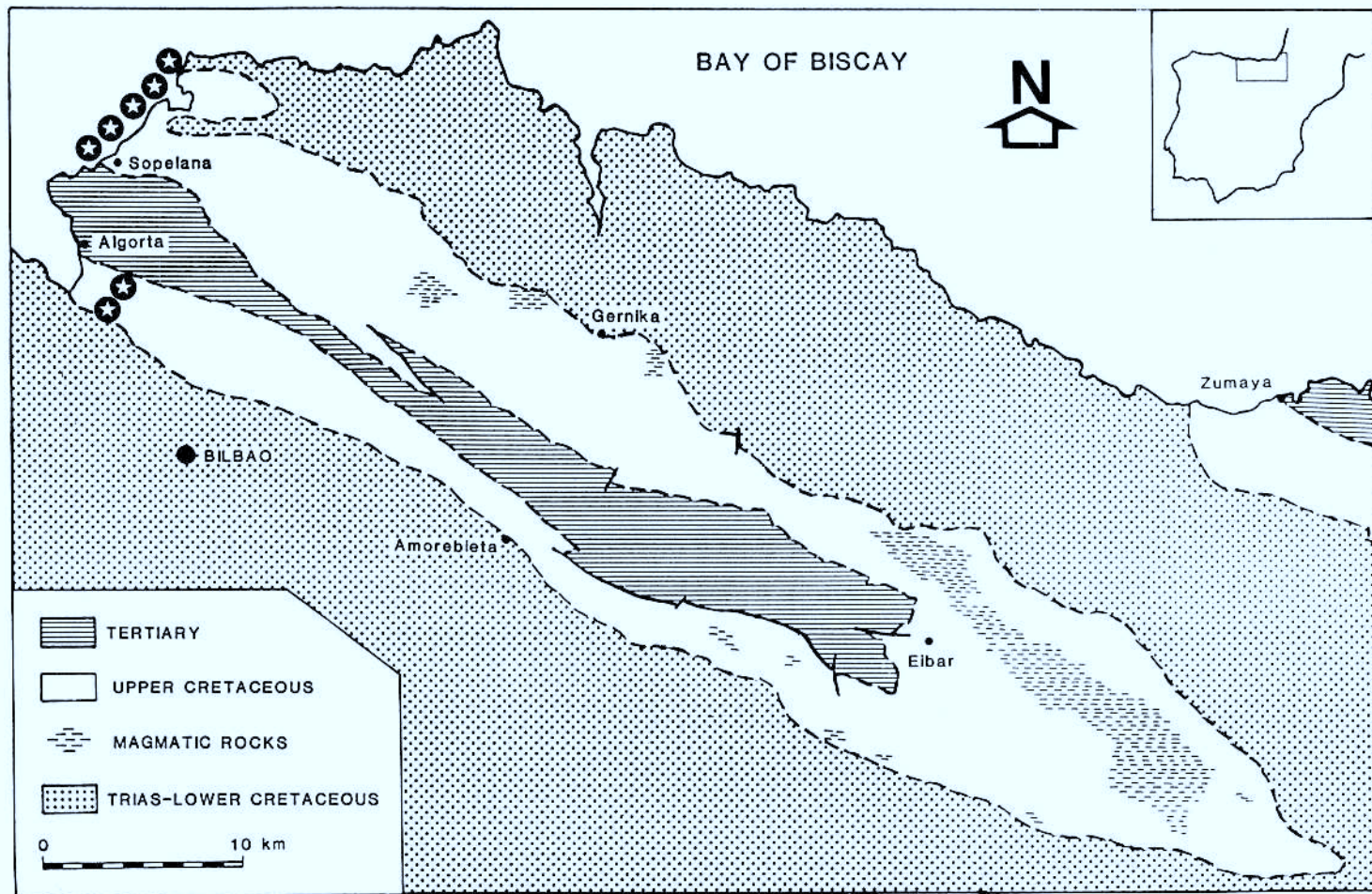


Fig. 1: Localización geográfica y geológica de las series estudiadas (estrellas) en el Sinclinatorio de Bizkaia.

setenta se realizan los mapas geológicos del plan MAGNA de Bilbao (Ramos et al., 1975) y Algorta (Espejo et al., 1975).

Mathey, durante los años setenta y ochenta publica numerosos trabajos sobre la sedimentología de los materiales del Cretácico superior, pertenecientes al surco del flysch, culminando con la presentación de una Tesis doctoral en 1986.

Se pueden mencionar otros trabajos como los de Lamolda et al. (1983) en el que se realiza un estudio detallado del Tránsito Cretácico-Terciario; Cuevas et al. (1982) donde se elabora un estudio, desde el punto de vista del análisis estructural, de un completo juego de cortes del flanco norte del Sinclinorio de Bizkaia; Elorza et al. (1984) que aportan un punto de vista estructural y micro-paleontológico del área de Sopelana-Meñacoz.

Por lo que se refiere a estudios sobre ostrácodos en la Cuenca Vasco-Cantábrica, hay que remitirse a los trabajos realizados por Rodríguez Lázaro (1985, 1988a, 1988b, R.L. et al. 1982, 1983, 1986, 1987), en especial en la parte occidental de dicha cuenca, que culminan con la elaboración de una Tesis Doctoral en 1985. En el área de investigación se ha realizado un estudio previo sobre ostrácodos elaborado por Rodríguez Lázaro et al. (1986) con motivo de la X Reunión de Ostracodólogos de Lengua Francesa y otro que acaba de ser presentado en el Primer Congreso de Ostracodólogos Europeos por García Zarraga & Rodríguez Lázaro (en prensa).

OBJETIVOS

En primer lugar se ha intentado colaborar al mejor conocimiento de las asociaciones de ostrácodos del Sinclinorio de Bizkaia durante el Cretácico superior, prácticamente desconocidos hasta el momento.

Además se ha pretendido elaborar una escala bioestratigráfica de los géneros de ostrácodos, durante el intervalo Cenomaniense-Maastrichtiense, para el área mencionada.

Se ha realizado finalmente un esquema paleoecológico de esta cuenca, durante el Cretácico superior, situando sus diversas secciones dentro de un modelo de paleoambiente marino.

METODOS DE TRABAJO

Durante la elaboración de este trabajo se ha seguido una serie de etapas que, si bien requieren de una cierta ordenación cronológica, en ocasiones se han superpuesto.

Así, en la primera parte del trabajo se realizó un estudio bibliográfico tanto sobre la geología de la región como en los aspectos paleontológicos de ésta, considerando muy especialmente el estudio de los ostrácodos.

En una segunda fase, el trabajo se centró en el reconocimiento de las series geológicas de los materiales del Cretácico superior, en especial de los cortes de la costa (Sopelana-Gorliz), completados con dos pequeños cortes en Lejona y en la Universidad. Se recogieron 61 muestras de las que fueron utilizadas 33 por su contenido en ostrácodos.

En la fase de laboratorio se realizaron los levigados siguiendo las técnicas tradicionales, obteniéndose dos fracciones (0,63-0,25 mm y 0,25-0,10 mm) que contienen la totalidad de los tamaños de los individuos.

En una cuarta etapa, se separó la microfauna de ostrácodos y foraminíferos, cuantificando sus proporciones, con el fin de obtener una representación homogénea de las asociaciones, que permitiera llegar a ciertas conclusiones paleoecológicas y paleogeográficas. Se recogió un número mínimo de individuos (300) de la microfauna mencionada. Como la riqueza en ostrácodos de las muestras en la mayoría de los casos era muy baja, una vez recogidos los trescientos individuos, entre ostrácodos y foraminíferos, se completaba la separación recogiendo todos los ostrácodos de la muestra.

También se calculó en todos los casos el número de individuos presentes por gramo de levigado seco (índice NF) midiéndose la riqueza individual de estos organismos.

Otros porcentajes interesantes que se han tenido en cuenta son los de los foraminíferos planctónicos, así como los relativos a *Rotaliina*, *Textulariina* y *Miliolina*, los cuales pueden ser muy útiles en las interpretaciones paleoecológicas.

ESTRATIGRAFIA

Introducción

La estratigrafía de los materiales aflorantes en el área de estudio ha sido considerada por Mathey (1982, 1983, 1986, 1988), desde el punto de vista sedimentológico principalmente, dividiéndolos en tres sistemas sedimentarios fundamentales: Sistema Flysch Calcáreo, Sistema Flysch Arenoso y Sistema Margocalizo Finicretácico.

En una columna general de los materiales del Cretácico superior (Fig. 2) encontraríamos en primer lugar un complejo arcilloso-arenoso o de margas arenosas, que finalizarían en el Cenomaniense inferior o medio, el cual no ha sido estudiado en este trabajo.







Sobre aquéllas se disponen unas arcillas calcáreas y unas margas arcillosas que se hacen rápidamente más calcáreas hacia la parte superior del Cenomaniense, pasando a margocalizas. Localmente son conocidas con el nombre de «Margas y Calizas de Arbacegui» (Rat, 1959). A lo largo de todo el flanco

PALEOCENO

**SINCLINORIO
DE BIZKAIA**

CAMPANIENSE SUPERIOR-MAASTRICHTIENSE MEDIO

LEYENDA

-  Marga
-  Calcarenita o calcilimolita
-  Calciza fina
-  Arcilla más o menos calcárea
-  Arenisca o limolita con cemento calcáreo
-  Margocaliza

SANTONIENSE MEDIO-CAMPANIENSE INFERIOR

 100m.

CENOMANIENSE MEDIO

Fig. 2: Columna estratigráfica general de los materiales del Cretácico superior en el Sinclínorio de Bizkaia (Arco Vasco). Basado en Mathey, 1986.

norte del Sinclinorio de Bizkaia están interestratificadas con niveles volcánicos submarinos. El espesor total de margocalizas y las formaciones volcánicas varía desde algunos centenares de metros al Oeste, a más de 1.200 m. al Este.

Según se va hacia la parte axial del Sinclinorio, las margocalizas pasan lateral y rápidamente a un Flysch calcáreo de varios centenares de metros de espesor. Este cambio de facies se efectúa en el Cenomaniense medio? o superior hacia el Oeste, dentro de la región costera, mientras que es progresivamente más tardío según vamos al Este, primeramente en el Turoniense pudiendo llegar hasta el Coniaciense inferior.

En la unidad suprayacente encontramos 800-1.000 m. de un Flysch arenoso, del mismo tipo que en el Pasillo Deva-Irún. Sucede a las facies precedentes desde el Santoniense medio o el Campaniense inferior y termina en el Campaniense superior o el Maastrichtiense medio, dependiendo de las áreas consideradas.

Por último aparecen 250-300 m. de margocalizas con las que acaba el Cretácico superior. Por encima de estas margocalizas nos encontramos con la base de las «Calizas Rosas del Danés».

El Sistema Sedimentario Flysch Calcáreo

Dentro de este sistema sedimentario se ha muestreado la región costera entre Gorliz y Barrika (Fig. 3), además de un pequeño corte realizado en unas margocalizas en Lejona de edad Cenomaniense y Santoniense, posiblemente superior (Fig. 4).

Región costera entre Gorliz y Barrika

A pesar de las perturbaciones tectónicas, es posible estudiar una serie relativamente completa de cortes del Flysch calcáreo en los acantilados costeros, entre la Punta de Errotatxu y Barrika (Fig. 3).

En la Punta del Castillo (Errotatxu), el Cretácico superior está en contacto mecánico con unas calizas urgonianas y varias formaciones de carácter turbidítico de edad Albiense-Cenomaniense (Flysch Negro y Formación Cabo Villano).

Aquí, la base del Cretácico superior es ya un Flysch calcáreo, Surco de Plencia (Mathey 1982), datado como Cenomaniense medio a superior, no encontrándose las margocalizas infrayacentes, debido al efecto de la tectónica. Se podría pensar entonces que dichas facies, o bien no existieron o solamente se depositó un episodio reducido, con lo que el Flysch calcáreo sucedió directamente a los Sistemas Turbidíticos del Albiense-Cenomaniense, cuyo techo está datado como Cenomaniense inferior o quizás medio (Feuillée 1967; Badiillo et al., 1984).

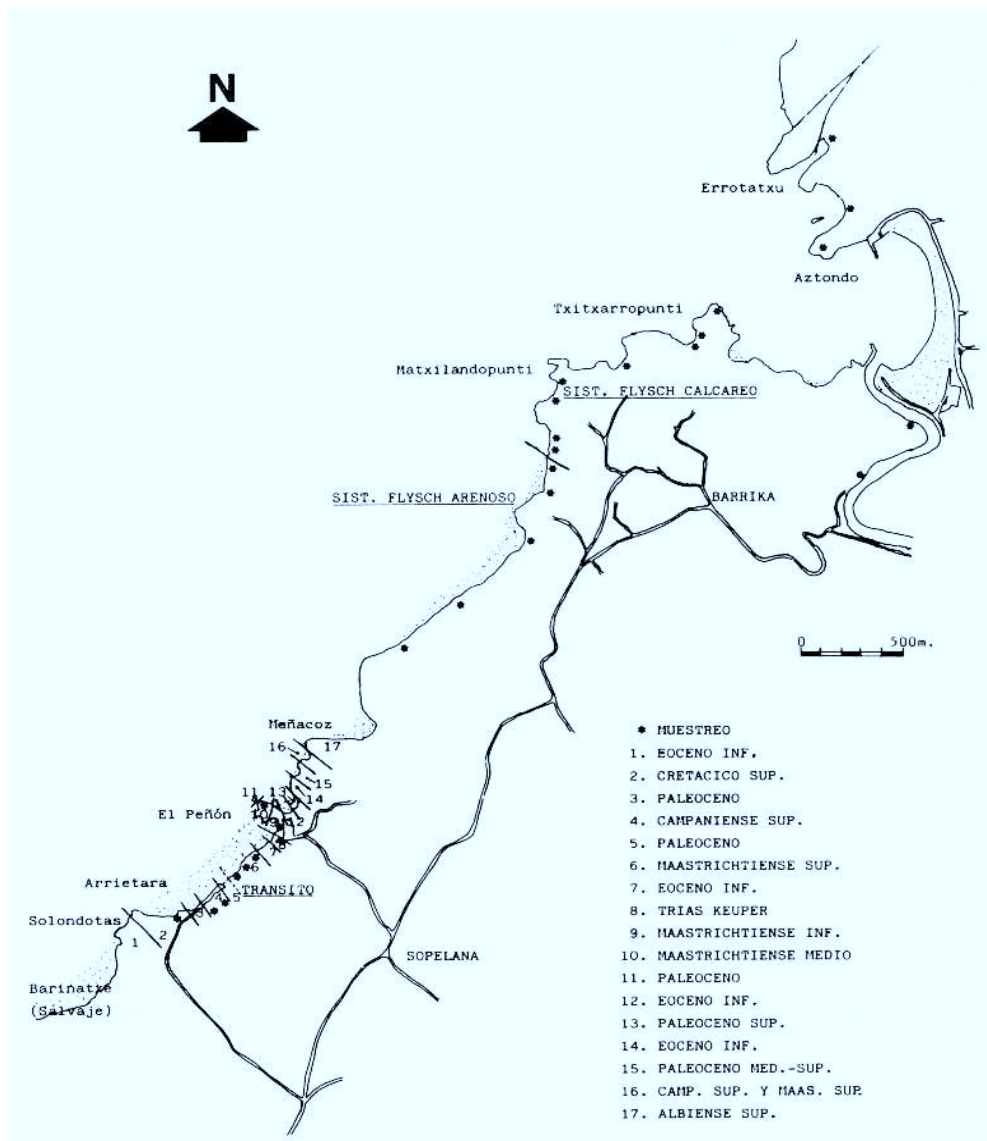


Fig. 3: Localización geográfica y geológica de los muestreos realizados en el área costera vizcaína.

Los materiales situados entre la ría de Plencia y la Punta del Castillo, representan la parte inferior del flysch, la que está en contacto mecánico con los del Albiense y Cenomaniense. En esta región, dichos materiales tienen unas edades comprendidas entre el Cenomaniense medio o superior y el Turoniense inferior o medio (Mathey 1986). Sus litologías en este área consisten en una alternancia de calcarenitas y calcilimolitas de color gris claro con una pátina amarillenta, y de margas del mismo color. Las margas dominan sobre el resto de los materiales, presentándose en bancos de unos pocos a varias decenas de centímetros. Las calcarenitas pueden a veces alcanzar casi el metro de espesor, si bien en la mayoría de los casos no sobrepasan los 20 cm. Se observan también algunos bancos de caliza fina (mudstone), de poco espesor, normalmente 5-10 cm. La posición de estos bancos calizos en la columna litológica no es al azar, sino que están siempre situados a techo de un banco margoso y nunca coronando una calcarenita. Estas y las calcilimolitas tienen como estructuras sedimentarias internas laminaciones paralelas, cruzadas y también «convoluted», formando secuencias de Bouma de tipo Tb-c o Tb-e en los bancos mayores y secuencias de tipo Tc-d o Tc-e en los delgados. El muro de estos materiales suele ser neto, con carácter de erosivo.

Las rocas situadas frente al sanatorio de Gorliz consisten también en una alternancia de calcarenitas muy finas o de calcilimolitas y de margas, con eventuales intercalaciones de niveles de calizas finas, a techo de algunos bancos margosos. Su edad es Turoniense, probablemente inferior (Mathey 1986).

En el área de Barrika los materiales se encuentran sumamente fallados y plegados, lo cual no permite realizar un corte estratigráfico continuo.

El flysch calcáreo consta, como el precedente, de una alternancia de calcarenitas y calcilimolitas, y margas, con algunos bancos de calizas finas. Las primeras pueden alcanzar un espesor de 70 a 80 cm. por banco y representan el mayor porcentaje de la litología, lo que indica un cambio con respecto al área de Gorliz. Las margas se presentan normalmente en bancos de menos de 10 cm., y las calizas con espesores aún menores. Las calcarenitas forman secuencias de Bouma de tipo Tb-d o Tb-e en los bancos gruesos. En los finos suelen aparecer secuencias de tipo Tc-d o Tc-e. Los materiales que aparecen aquí son de edad Coniaciense inferior (Mathey 1986).

Si nos dirigimos hacia el Sur-Oeste, aparecen frecuentemente silicificaciones en las calcarenitas; la edad de estos materiales es Coniaciense, llegando hasta el Santoniense inferior.

El corte de Lejona

Se ha realizado un pequeño corte junto al desvío de la carretera de la Avanzada hacia la universidad (Fig. 4) en el cual se diferencian dos tramos.

En primer lugar se disponen unas margas y margocalizas de edad Cenomaniense (Orue-Etxebarria com. pers.). Mientras en Gorliz encontramos unas facies de tipo flysch para ésta misma edad (Mathey, 1982), en el área que nos

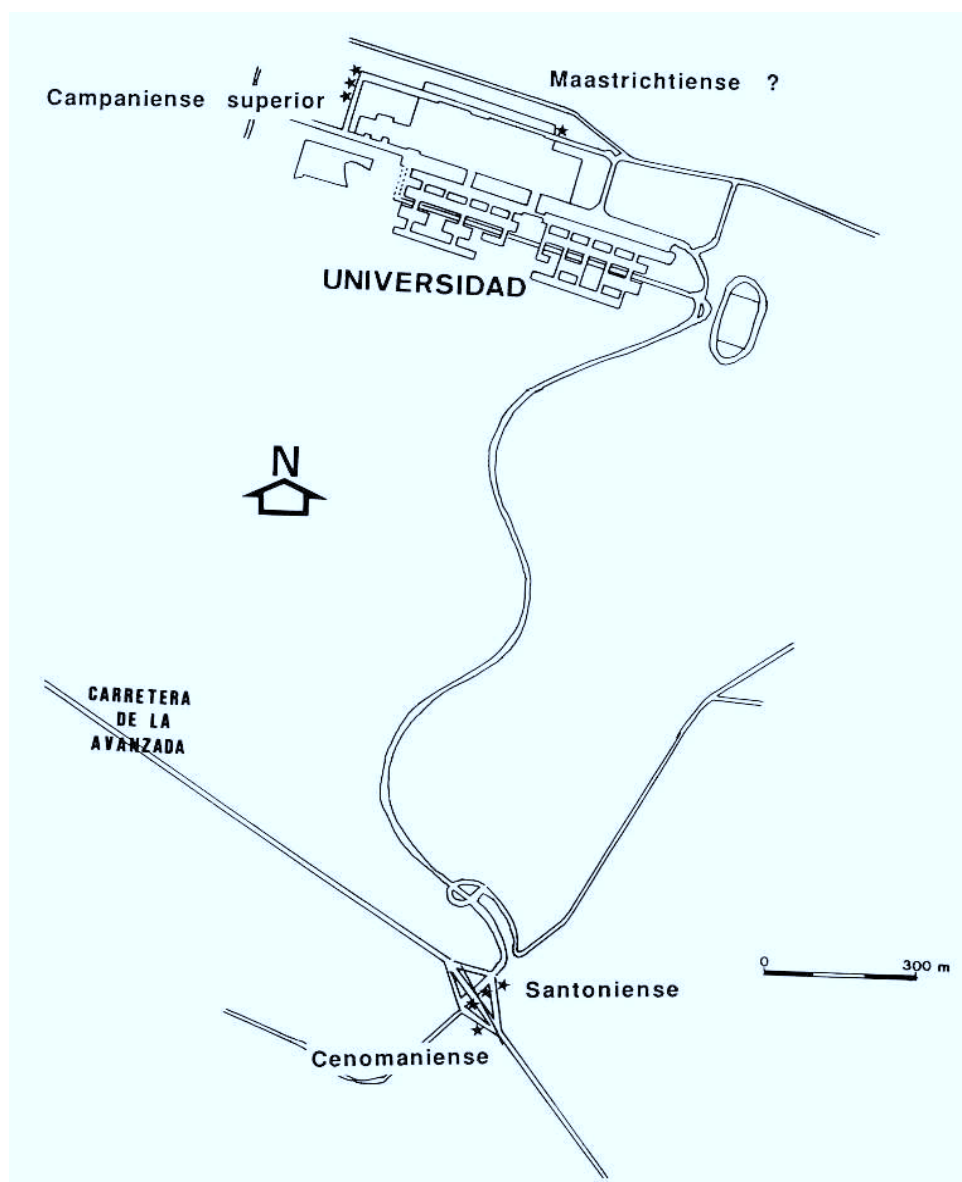


Fig. 4: Localización geográfica de los muestreos realizados en los cortes de la Universidad y de Lejona.

ocupa, las facies mencionadas podrían ser interpretadas como cambios laterales del Sistema Flysch Calcáreo.

A continuación, y en contacto mecánico con las anteriores, tenemos una alternancia de margas y calcarenitas de edad Santoniense, quizás superior (Orue-Etxebarria, com. per.). Estos materiales entrarían a formar parte del flysch calcáreo s.s., estando el surco del flysch bien desarrollado a partir del Coniaciense.

El Sistema Sedimentario Flysch Arenoso

El flysch arenoso está formado por una alternancia regular de bancos de areniscas o limolitas de color gris oscuro, y de arcillitas calcáreas o margas grises oscuras, en bancos donde el espesor varía según los casos desde algunos milímetros a 80 cm., pero la mayor parte de las veces es inferior a 30 cm. No obstante, ciertas areniscas alcanzan 2 m. de potencia y ciertas arcillitas calcáreas, 2 a 3 m. Unos lechos de calizas finas se intercalan a veces en esta alternancia, estando siempre situados a techo de los bancos de arcillitas calcáreas; su espesor oscila entre los 5-10 cm.

La superposición de areniscas y limolitas es en general un apilamiento monótono de bancos delgados, irregularmente entrecortado por niveles más groseros.

Los bancos de areniscas y limolitas presentan regularmente laminación paralela, oblicua o «convoluted». Forman secuencias de Bouma que varían, en función del espesor de los bancos, así como de su emplazamiento geográfico y estratigráfico. El intervalo Ta no aparece apenas; en los bancos gruesos aparecen secuencias normalmente del tipo Tb-d, mientras que los bancos más finos son del tipo Tc-d, Td-e. Las estructuras sedimentarias externas más abundantes son sobre todo «Flute marks», y menos frecuentemente «groove marks», «bounce marks», «prod marks».

Las calizas finas son «mudstone» de color gris claro con foraminíferos planctónicos, espículas de espongiarios, cuarzo y mica.

El Sistema Sedimentario Margocalizo Finicretácico

El corte del «Parking» de Sopelana

Está representado por una alternancia de margas y margocalizas grises de unos 50 metros de potencia (Fig. 5). Su edad es Campaniense superior (Zona de *Globotruncanita calcarata*). La macrofauna es rica en inocerámidos.

Según su edad, y siguiendo el criterio establecido por Mathey (1986), estos niveles se localizarían dentro del Sistema Flysch Arenoso, ahora bien, su litología nos hace pensar que se trata de materiales del Sistema Sedimentario Margocalizo Finicretácico, que en este área se instalaría antes que en zonas localizadas más hacia el Sur-Este donde se establecería en el Maastrichtiense medio.

SISTEMA SEDIMENTARIO MARGOCALIZO FINICRETACICO

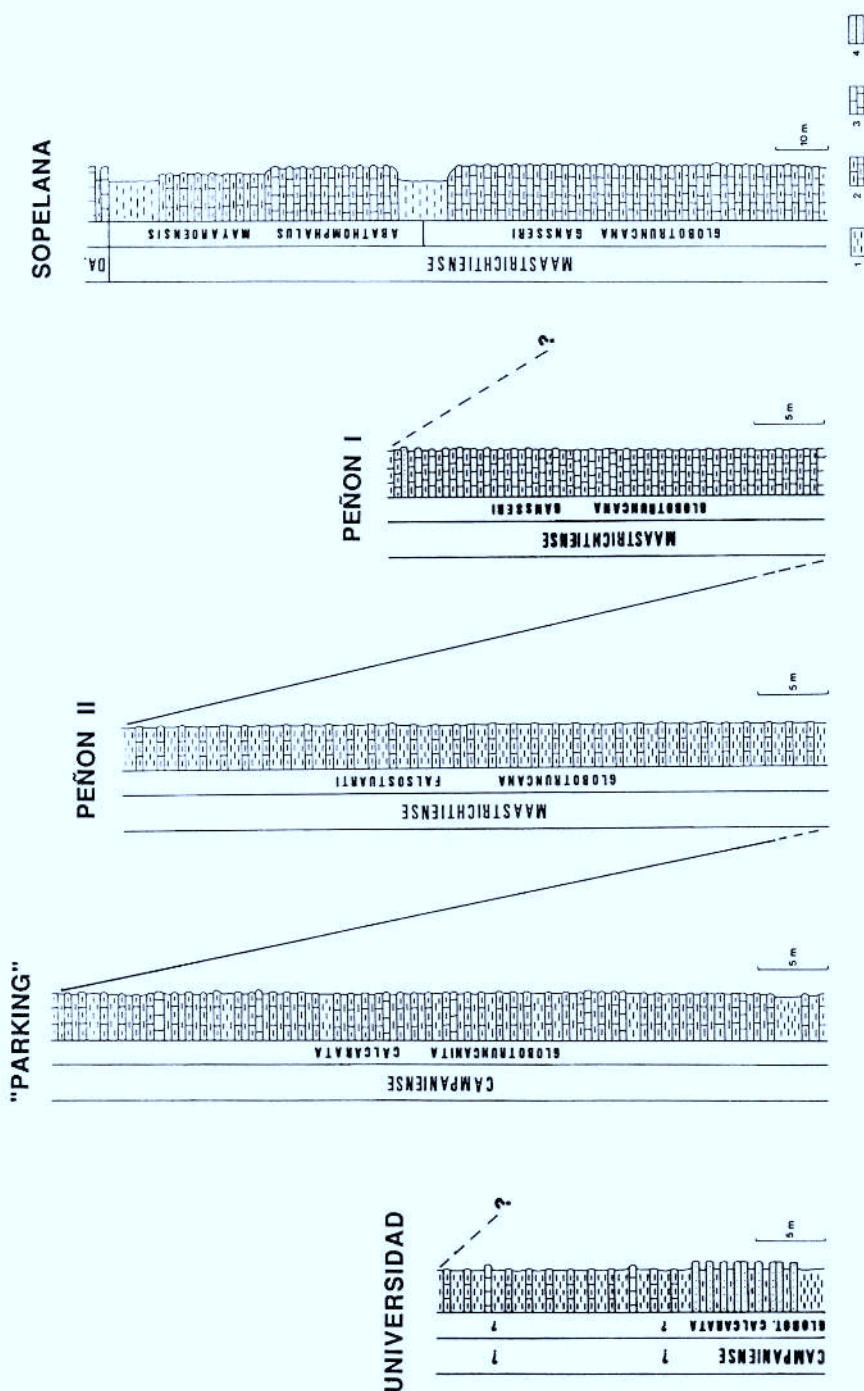


Fig. 5: Columnas estratigráficas de los cortes estudiados, pertenecientes al Sistema Margocalizo Finicretácico del Sinclinatorio de Bizkaia. Leyenda litológica: 1: margas, 2: margocalizas, 3: calizas, 4: areniscas.

Cortes del área de Sopelana

La zona costera de Sopelana, con un tectonismo intenso, ha sido objeto de numerosos estudios entre los cuales se pueden citar: Cuevas et al. (1982) para la tectónica, Rat (1959) para la estratigrafía general, Elorza et al. (1984) para aspectos estratigráficos más detallados y Orue-Etxebarria (1982) para el estudio de los foraminíferos planctónicos del Paleógeno.

Como indica Rat (1959) y posteriormente Elorza, et al. (1984), el tectonismo acarrió una intensa fracturación de la serie, lo que hizo que ésta se repitiese en numerosas ocasiones de manera parcial e irregular. Se puede, sin embargo, levantar la sucesión general siguiente:

Unas margocalizas grises a grises-verdosas claras, en bancos de espesor decimétrico y de límites poco marcados, con huellas de *Zoophycos*, grandes conchas de inocerámidos más o menos rotas y paralelas a la estratificación y unos fragmentos de equínidos. El tectonismo no permite evaluar la potencia total de las facies, aunque dentro de uno de los tramos establecidos, la potencia alcanza cerca de los 120 m. (Fig. 5).

Se trata de unas micritas (mudstone) con foraminíferos planctónicos esencialmente. Las formas recogidas indican, según los tramos, una edad Maastrichtiense medio o superior (Elorza et al., op. cit.).

Por encima de las facies precedentes y en continuidad normal existen 25 a 30 m. de margas esquistosas, más o menos estratificadas, de colores fundamentalmente vinosos. Son también de edad Maastrichtiense superior. Con un contacto normal se observan 30 cm. de margas grises que corresponden a la base del Paleoceno. Por encima comienza una alternancia de calizas micríticas y margocalizas que van pasando de colores grises a rosas, conocidas como «Calizas Rosas del Danés».

El corte de la Universidad

También se ha realizado un pequeño corte en el área de la Universidad, frente al edificio del rectorado, de unos 30 m. de potencia (Fig. 5) en el cual se pueden distinguir dos tramos principales. El primero, de aproximadamente 10 m., está formado fundamentalmente por areniscas y margas, las cuales han sido datadas como Campaniense superior, Zona de *Globotruncanita calcarata* (Orue-Etxebarria, com. pers.). El segundo tramo está constituido por una alternancia de margas y margocalizas con algun episodio calizo esporádico. Los macrofósiles encontrados son principalmente inocerámidos, además hay bastantes ichnofacies entre las que destacan por su abundancia el género *Scolicia*.

CONTEXTO ESTRUCTURAL

Desde un punto de vista general el área de estudio se localiza en el Sinclino-rio de Bizkaia, dentro del dominio del «Arco Plegado Vasco» (Feuillée y Rat 1971).

Varios trabajos realizados en el Flanco Norte, entre Sopelana y Barrika (Cuevas et al., 1982; Elorza et al., 1984; etc.), han puesto de manifiesto la existencia de una tectónica compleja en este área, resultante de la superposi-ción de una fase de deformación principal que crea unas estructuras vergentes al NE, con una dirección NW-SE y una fase «retro» posterior, constatada por la presencia de fallas inversas vergentes al SW. Además indican la existencia de fallas de salto en dirección de importancia regional, directamente relacio-nadas con las que se han puesto de manifiesto tradicionalmente en los Piri-neos.

El efecto de esta tectónica compleja es el de producir numerosas repeticio-nes en las series, lo cual hace imprescindible un análisis micropaleontológico detallado, con el fin de datar los distintos niveles y, consecuentemente, esta-blecer la columna litológica de la región.

SISTEMATICA (OSTRACODOS)

En el presente trabajo seguiremos la clasificación de Hartman y Puri (1974), aplicable a los ostrácodos pertenecientes a familias con representantes en la actualidad. Dicha clasificación establece los distintos niveles taxonómicos en base, sobre todo, a las características de las partes blandas, aunque sin olvidar la morfología del caparazón.

Dicha clasificación se verá completada con otros trabajos como los de De-roo (1966), que sólo se aplica a la superfamilia Cytheracea, Grundel (1967-1978), Babinot (1980) Rodríguez Lázaro (1985) etc.

Se ha determinado un conjunto de 62 géneros, que corresponden a un total de 122 categorías específicas. En este trabajo se describen sólo los 36 géneros más característicos de estas asociaciones.

Leyenda: VD, valva derecha; VI, valva izquierda.

Subclase OSTRACODA Latreille, 1806

Orden PODOCOPIDA Müller, 1894

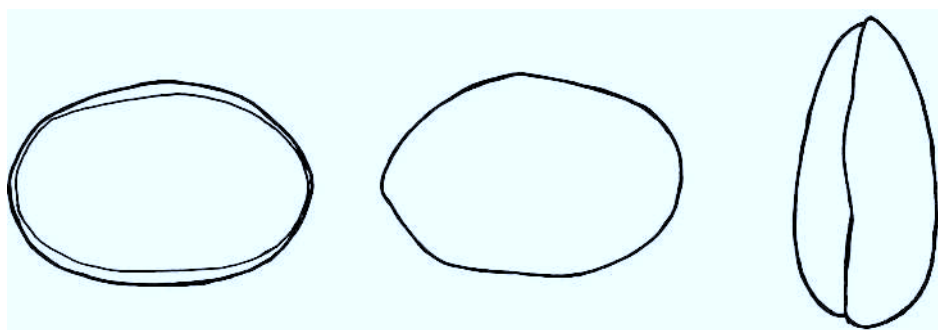
Suborden PLATYCOPA Sars, 1866

Familia CYTHERELLIDAE Sars, 1866

Los representantes de esta familia se caracterizan morfológicamente por poseer una superposición inversa de las valvas (VD>VI) y una zona marginal simple. El margen dorsal de las valvas es ligeramente convexo y el ventral recto o algo cóncavo. Las valvas izquierda y derecha son desiguales, sin verda-

deros poros marginales. El campo de huellas musculares es elíptico y consta en las formas con representantes actuales, de dos filas verticales de huellas, ligeramente curvadas hacia atrás; el número de huellas es pequeño. La superficie externa puede ser lisa u ornamentada.

Género *Cytherella* Jones, 1849



Especie tipo: *Cytherina ovata* Roemer, 1840

Este género se caracteriza por un contorno ovalado a subrectangular, con los bordes anterior y posterior redondeados; lateralmente es comprimido, más ancho en la parte posterior. El margen ventral puede ser ligeramente cóncavo. La superficie es lisa o suavemente punteada (las especies de *Cytherella* más ornamentadas son clasificadas como *Cytherelloidea*). El recubrimiento es acusado y se observa por todo el margen, siendo la valva derecha mayor que la izquierda (recubrimiento invertido). No tiene una estructura cardinal bien definida; el borde externo de la valva izquierda encaja en la valva derecha, a lo largo de toda la periferia.

Cytherella se diferencia de otros géneros lisos por el recubrimiento invertido (VD>VI), por el campo de huellas musculares característico y por la estructura sencilla de la zona marginal.

Dentro de la familia Cytherellidae, es el género mejor representado durante el Mesozoico y el Cenozoico, apareciendo prácticamente en todas las muestras estudiadas como un constituyente principal de las asociaciones. Los otros géneros más comunes de dicha familia *Cytherelloidea* y *Platella*, difieren de *Cytherella* por presentar una ornamentación más o menos marcada.

Se conoce desde el Jurásico hasta la actualidad. Dentro del Sinclinorio de Bizkaia se han encontrado 6 especies, siendo el componente mayoritario de las asociaciones en todos los pisos del Cretácico superior (Ver Fig. 6).

Suborden PODOCOPA Sars, 1866

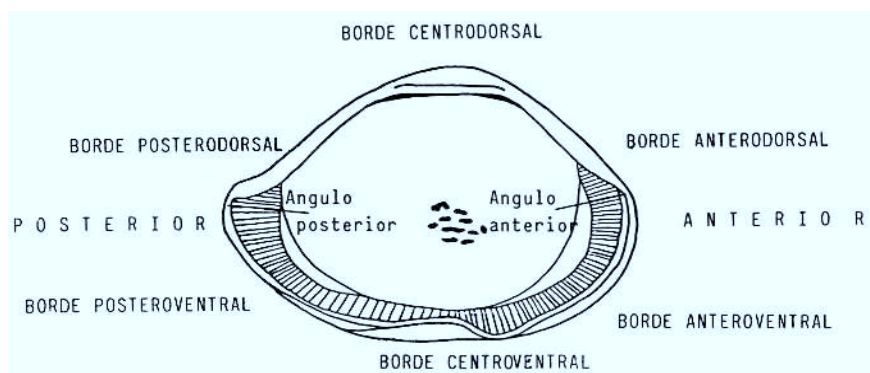
Superfamilia BAIRDIACEA Sars, 1866

Los individuos incluidos en esta superfamilia poseen un perfil característico denominado «bairdioide», con el borde dorsal muy convexo y una concavidad posterodorsal que permite la individualización del proceso caudal. La zona marginal es ancha en general y contiene numerosos poros marginales. La charnela es de configuración sencilla, consta de una barra y un surco, sin desarrollo de verdaderos dientes. Las huellas musculares se agrupan en un círculo irregular alrededor de una central (familia Bairdiidae), o bien siguen el esquema «Cyprido» formado por cuatro huellas (familia Bythocypridae). La calcificación de las valvas es de fuerte a débil, según los taxones.

Familia BAIRDIDAE Sars, 1888

Contorno «bairdioide», que en vista lateral es subhexagonal. El caparazón está fuertemente calcificado, con un número relativamente elevado de huellas musculares (8-10). La charnela es simple.

Género *Bairdia* McCoy, 1844



Especie tipo: *Bairdia curta* McCoy, 1844

Este género da nombre a la familia y presenta su morfología clásica. Así, posee un contorno ovalado a subtrapezoidal, con la terminación anterior en forma de «buque», con la altura mayor en la mitad anterior y la longitud máxima en la parte central. La ornamentación es lisa o punteada.

Hay referencias de este género desde el Ordovícico hasta la actualidad, debido posiblemente a su morfología sencilla que presenta características externas muy similares. Sin embargo, varios estudios detallados sobre el género realizados últimamente, están haciendo posible la separación de diversos géneros a partir de *Bairdia*. Algunos de los criterios utilizados en la creación de estos nuevos géneros, pueden presentarse enmascarados por el estado de conservación de los caparazones. Por otra parte la variabilidad del contorno de

este grupo de géneros es muy amplia, pudiéndose encontrar una gradación morfológica, que dificulta la asignación genérica dentro de Bairdiinae, por lo cual, en los casos en que no se disponga de criterios suficientes, se conservará la denominación clásica de *Bairdia*, si bien se es consciente de que puedan tratarse de géneros diferentes.

Se han diferenciado 4 especies de dicho género, encontrándose en todos los pisos del Cretácico superior del Sinclinorio de Bizkaia, siendo un constituyente fundamental de la fauna.

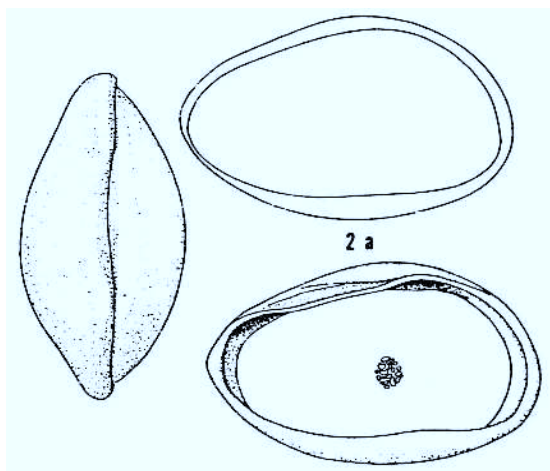
Género *Bairdoppilata* Coryell, Sample y Jennings, 1935

Especie tipo: *Bairdoppilata martyni* Coryell, Sample y Jennings, 1935.

Este género fue definido en unos individuos del Mioceno inferior, caracterizados por una morfología externa similar a *Bairdia*, pero que internamente presentaban unas crenulaciones en los extremos antero y posterodorsales. Según Howe y Laurencich (1958) el género se distribuye desde el Cretácico hasta la actualidad, aunque Pokorny (1977) menciona la presencia de *Bairdoppilata* desde el Devónico. Esta distribución temporal parece excesiva para un género, por lo cual ha sido discutida la validez taxonómica de las crenulaciones en la definición de *Bairdoppilata*, Van Morkhoven (1962, p. 75; 1963, p. 34), completadas en Pokorny (1977). Al no poder ser incluidas en la estructura cardinal, por ser externas a ésta, no se conoce exactamente la función de las mencionadas crenulaciones; por ello Van Morkhoven (op. cit.) consideró a *Bairdoppilata* como un sinónimo de *Bairdia*.

Hemos podido describir este género, con una representación de 6 especies, en prácticamente todos los pisos del Cretácico superior del Sinclinorio de Bizkaia.

Género *Cardobairdia* van den Bold, 1960



Especie tipo: *Cardobairdia ovata* van den Bold, 1960

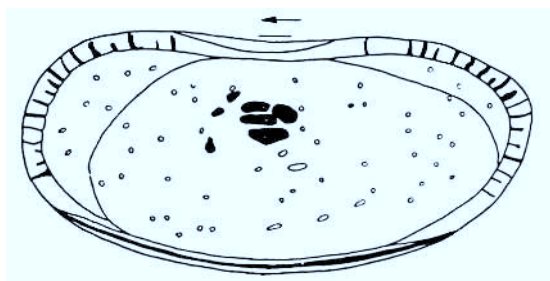
Se trata de un género de forma ovalada, con la valva izquierda mucho más grande que la derecha, el recubrimiento existe en toda la periferia, especialmente en las regiones dorsal y ventral. La charnela consta de unas fosetas ligeramente curvadas y alargadas en ambos extremos del margen dorsal de la valva izquierda, separadas por un surco superficial, el cual está en parte oculto por una inflexión del margen dorsal.

Este género se ha encontrado en el Cenomaniense, Campaniense y Maastrichtiense de los materiales del Sinclinorio de Bizkaia, diferenciándose 3 morfologías específicas.

Familia BYTHOCYPRIDIDAE Maddocks, 1969

La morfología característica de esta familia es la de un caparazón de contorno subovalado y de frágil consistencia. La superficie es lisa. Presenta una charnela adonta y el campo de huellas musculares está formado por 4 huellas, tres de las cuales se disponen en una fila vertical anterior. La organización general del caparazón de los individuos pertenecientes a esta familia recuerda más a la superfamilia Cypridacea, a la que se parecen también en el tipo de zona marginal y en el campo de las huellas musculares. La asignación de Bythocyprididae a la superfamilia Bairdiacea se basa en la morfología similar de los apéndices de sus componentes.

Género *Bythocypris* Brady, 1880



Especie tipo: *Bairdia bosquetiana* Brady, 1866

Este género se caracteriza por un contorno tipo «cyprídido» (reniforme). El caparazón está poco calcificado y presenta una superficie lisa. La charnela es sencilla, sin dentición (adonta). La zona marginal es ancha, con amplios vestíbulos en los extremos anterior y posterior. El campo de huellas musculares consiste en una fila anterior de tres huellas elongadas horizontalmente y otra posterior subvertical, además de las huellas frontal y mandibulares. Algunos

géneros de la familia Pontocyprididae, sobre todo *Pontocyprrella* Mandelstam, se acercan morfológicamente a *Bythocypris*, aunque pueden diferenciarse de este último por el contorno, que se hace agudo hacia el borde posterior y por una angulación anterodorsal, característica de *Pontocyprrella*.

En el Sinclinorio de Bizkaia está bien representado en el Cenomaniense, apareciendo además en el Turoniense, Campaniense y Maastrichtiense. Se han diferenciado tres morfologías específicas.

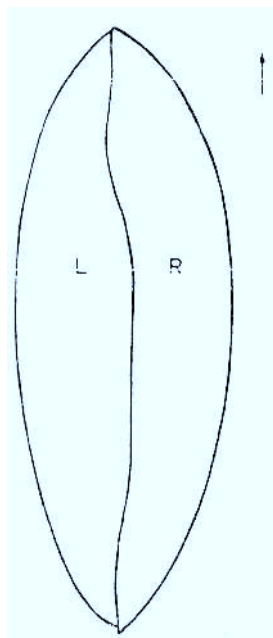
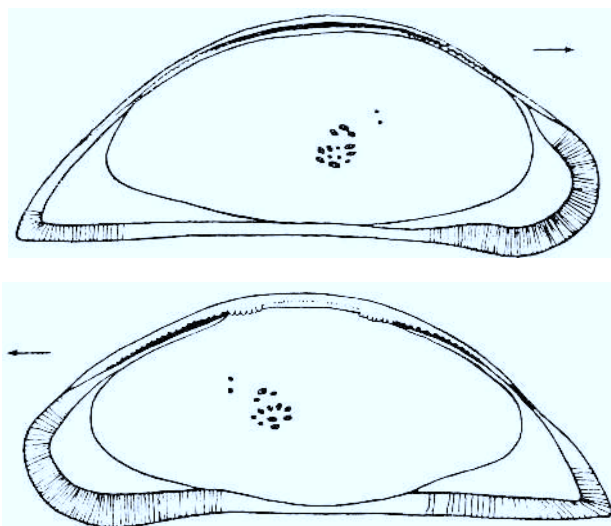
Superfamilia CYPRIDACEA Baird, 1845

Conformada por ejemplares con las valvas débilmente calcificadas en general, casi siempre con la superficie lisa; si bien en ocasiones se presenta ornamentada, nunca es tan complicada como en los Cytheracea. El margen dorsal es comúnmente convexo; el ventral, al menos en la región antero-mediana, es rectilíneo o cóncavo. El campo de huellas musculares es variable.

Familia MACROCYPRIDIDAE G. W. Müller, 1912

El caparazón es alargado. El margen dorsal es principalmente arqueado, algunas veces el arco dorsal se interrumpe por alguna angulación. La altura es en general menor que la mitad de la longitud. El margen anterior es redondeado, el posterior es estrecho o puntiagudo. La valva derecha es mayor que la izquierda (recubrimiento invertido). El campo de huellas musculares es redondeado y está compuesto por muchas huellas pequeñas.

Género *Macrocypris* Brady, 1868



Especie tipo: *Cythere minna* Baird, 1850

El género se caracteriza por un contorno alargado, con la altura máxima media; dicha altura es aproximadamente un tercio de la longitud. La anchura es mayor en la mitad anterior del caparazón, siendo similar a la altura. El borde anterior es en general redondeado y la terminación posteroventral afilada o subaguda. El margen dorsal es arqueado y el ventral recto o cóncavo. La superficie es lisa y pulida, ocasionalmente con manchas opacas. Las valvas son más bien delgadas. El recubrimiento es invertido ($VD > VI$), siendo muy pronunciado en la región ventral. Su distribución es del Ordovícico a la actualidad (Moore, 1961).

Este género ha aparecido en el Cenomaniense, Campaniense superior y Maastrichtiense del Sinclinorio de Bizkaia. Hemos podido reconocer 2 morfologías específicas.

Familia PONTOCYPRIDIDAE G. W. Müller, 1894

El caparazón tiene formas variadas, pero generalmente es alargado con la máxima altura en la mitad de la valva. La terminación posterior es casi siempre redondeada. Las huellas musculares del campo central están muy concentradas. La charnela es adonta.

Género *Pontocyprella* Mandelstam in Lubimova, 1955



Especie tipo: *Bairdia harrisiana* Jones, 1849

Este género tiene un contorno en forma de riñón, con la terminación anterior redondeada y la posterior más aguda. El margen dorsal es convexo, el ventral recto o ligeramente cóncavo. Se conoce desde el Jurásico al Paleógeno.

Se ha encontrado en materiales de edad Cenomaniense, Turoniense, Campaniense y Maastrichtiense del Sinclinorio de Bizkaia, diferenciándose 3 especies.

Género *Protoargilloecia* Madelstam, 1956



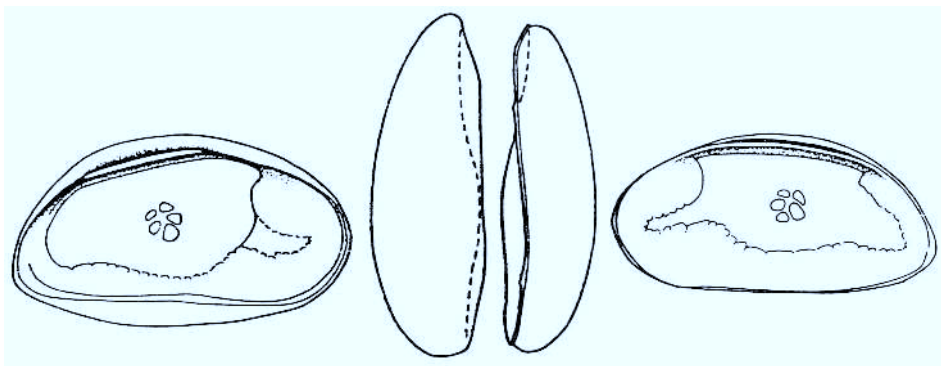
Especie tipo: *Bairdia siliqua minor* Jones y Hinde, 1890

Es un género de tamaño pequeño, con el margen anterior redondeado, el margen posterior puntiagudo orientado hacia abajo. El margen dorsal es convexo y el ventral es convexo en la valva derecha y cóncavo en la izquierda. El recubrimiento es invertido ($VD > VI$). Su distribución va desde el Jurásico hasta el Mioceno.

En los materiales del Sinclinorio de Bizkaia se encuentra en el Campaninense superior y Maastrichtiense, con una única especie reconocida.

Género *Australoecia* McKenzie, 1967

Especie tipo: *Australoecia victoriensis* Mckenzie, 1967



Australoecia atlantica Maddocks, 1977

Es un pontocyprídido con un caparazón elongado, ovalado, con la superficie lisa, de tamaño variable. El caparazón es asimétrico, con una superposición marcada, que puede afectar indistintamente a ambas valvas. El vestíbulo anterior es estrecho, la línea de conchescencia es irregular y el campo de huellas musculares consta de 5 huellas, en forma de roseta. La charnela es robusta y adonta.

Australoecia se parece a otro representante de la familia, *Argilloecia*, con el cual que comparte un mismo hábitat, lo que se pone de manifiesto por la similitud morfológica del contorno del caparazón. Ambos géneros aparecen comúnmente en sedimentos de aguas profundas. *Australoecia* tiene un caparazón más asimétrico que *Argilloecia*, lo cual permite su diferenciación taxonómica, junto con un campo diferente de huellas musculares.

Australoecia es un género poco abundante en las facies del Sinclinorio de Bizkaia, apareciendo exclusivamente en el Maastrichtiense medio. Está representado por una sola especie, que ha sido considerada aquí, debido a su interés como indicador paleoecológico.

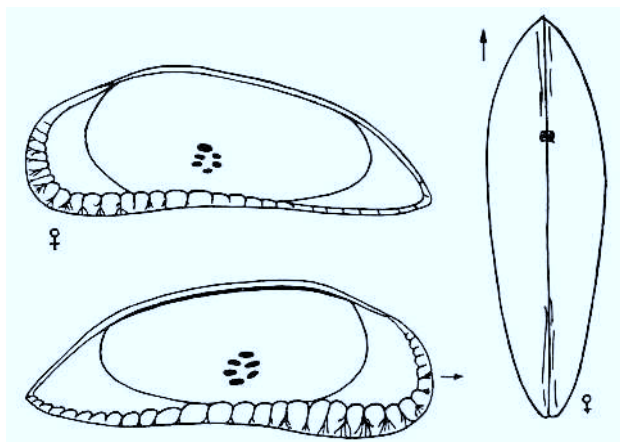
Familia CANDONIDAE Kaufmann, 1900

Las valvas de estos ostrácodos son súmamente variadas en forma y tamaño. La superficie del caparazón es lisa o suavemente ornamentada. El campo de huellas consta de una huella alargada, debajo de la cual hay una hilera anterior de tres huellas y una hilera posterior de dos. La charnela es simple, sin dientes.

Subfamilia PARACYPRIDINAE Sars, 1923

Constituida por individuos con el caparazón alargado, lateralmente comprimido y menos alto que la mitad de la longitud. La superficie es débilmente ornamentada, lisa, áspera o con finas costillas. Presentan una charnela simple.

Género *Paracypris* Sars, 1866



Especie tipo: *Paracypris polita* Sars, 1866

El género presenta un contorno subtriangular alargado, bien redondeado anteriormente y afilado hacia al lado posterior, con una terminación posteroventral aguda. Las valvas están comprimidas lateralmente, con la máxima

anchura y altura en su mitad anterior. Posee un margen dorsal arqueado y el ventral ligeramente sinuoso. La estructura cardinal es simple de tipo adonta, en la que el margen dorsal de la valva más pequeña, la derecha, encaja en un surco bien definido a lo largo del margen dorsal de la valva izquierda.

Su distribución va al menos desde el Jurásico a la actualidad. En los materiales del Sinclinorio de Bizkaia aparece en el Cenomaniense, Santoniense y Maastrichtiense, con dos morfologías específicas.

Superfamilia CYTHERACEA Baird, 1850

La morfología y forma de las valvas es muy variable en estos ejemplares. Existen tanto individuos lisos y débilmente calcificados como otros muy ornamentados y fuertemente calcificados. Las huellas de los músculos adductores están organizadas en una fila vertical de tres, cuatro o cinco huellas, con las huellas mandibulares y frontales en frente de ellas. La charnela varía de simple, sin dientes (adonta), a muy complicada (anfidonta).

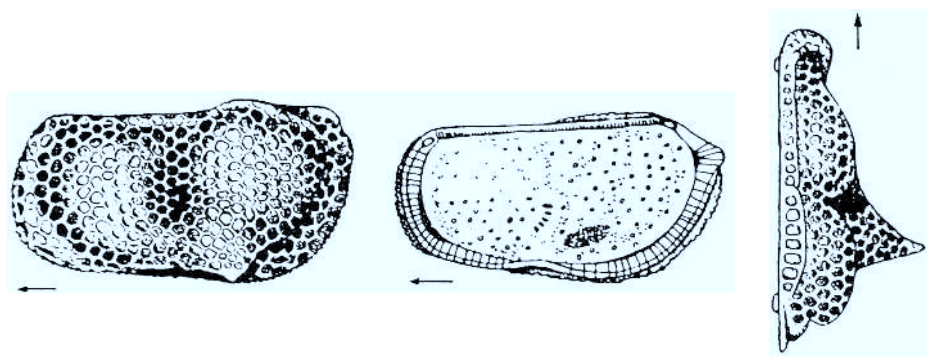
Familia BYTHOCYTHERIDAE Sars, 1866

Individuos con valvas de muy diferente morfología, terminando en un proceso caudal situado por encima de la mitad de la altura de las valvas, o bien de forma puntiaguda. La superficie es lisa, con pequeños agujeros o con una trama de costillas, algunas veces con costillas como alas y espinas. El margen de la charnela es rectilíneo.

Subfamilia BYTHOCYTHERINAE Sars, 1866

Tribu BYTHOCERATINI Gründel y Kozur, 1971

Género *Bythoceratina* Hornibrook, 1952



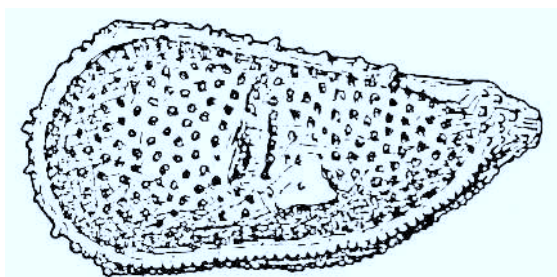
Especie tipo: *Bythoceratina mestayerae* Hornibrook, 1952

Presentan el caparazón subcuadrangular con los márgenes dorsal y ventral subparalelos; la línea de charnela es recta. La terminación posterior posee un

proceso caudal subdorsal. Las valvas están fuertemente hinchadas, desarrollando cada valva una espina hueca ventrolateral en la mitad posterior y ocasionalmente una segunda espina en la mitad anterior. Un surco exterior vertical divide cada valva en dos partes. La superficie de las valvas puede ser lisa u ornamentada con pequeñas espinas o con un retículo regular. Presenta comúnmente unos dentículos marginales en posición anterior.

Su distribución es del Cretácico a la actualidad (Moore, op. cit.). En nuestro trabajo aparece en el Cenomaniense, Campaniense y Maastrichtiense, con 4 especies diferentes.

Género *Cuneoceratina* Gründel y Kozur, 1971



Especie tipo; *Cythere pedata* Marsson, 1880

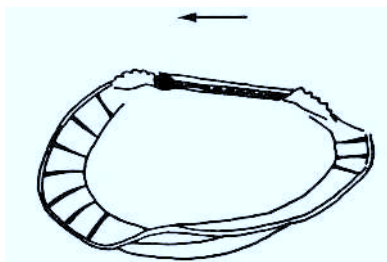
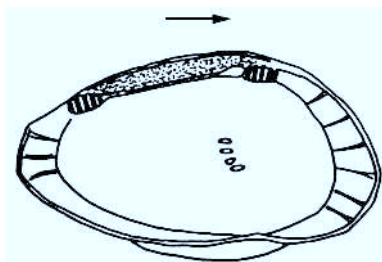
Posee un caparazón longitudinalmente alargado; en vista lateral tiene forma de cuña. El borde es ligeramente cóncavo en el centro y converge de manera clara hacia el borde dorsal. La terminación posterior es puntiaguda. Tiene una larga espina lateral. El «sulcus» es estrecho y parcialmente desarrollado. La superficie es reticulada, rara vez lisa y cubierta con pequeñas espinas.

En los materiales estudiados del Cretácico superior del Sinclinorio, aparece una sola especie en el Coniaciense, Campaniense superior y Maastrichtiense inferior.

Familia PROGONOCYTHERIDAE Silvester-Bradley, 1948

Subfamilia PROGONOCYTHERINAE Silvester-Bradley, 1948

Género *Neocythere* Mertens, 1956



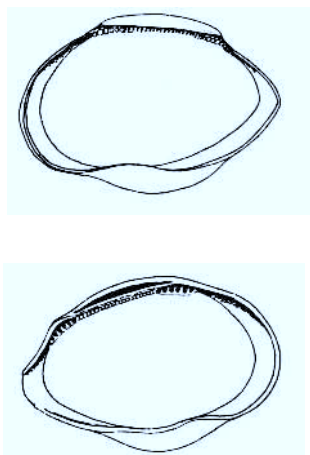
Especie tipo: *Neocythere vanveeni* Mertens, 1956

Este género posee un caparazón ovoide, con las valvas hinchadas ventralmente. En vista lateral es alargado-ovalado, con el margen dorsal recto. El borde posterior es menos redondeado que el anterior. En cuanto a la ornamentación, los especímenes jóvenes están cubiertos con una reticulación concéntrica y con las crestas cubiertas con finas espinas. En los adultos las crestas pierden las espinas y se espesan, invadiendo las mallas, con lo que acaban apareciendo pequeños punteados subredondeados como si se tratase de arrugas groseras.

Se asemeja mucho a *Centrocythere* en los caracteres externos, diferenciándose únicamente en detalles de la charnela.

Su rango de distribución va del Barremiense al Maastrichtiense (Moore, op. cit.). En el presente estudio hemos encontrado una única especie en el Cenomaniense.

Género *Sphaeroleberis* Deroo, 1966



Especie tipo: *Sphaeroleberis mosaensis* Deroo, 1966

Presenta un caparazón de tamaño mediano, con un contorno general de tipo *Neocythere*, la superficie de las valvas tiene un entramado de costillas de relieve variable, con una disposición concéntrica. La charnela es entomodonta, la VI es más grande que la VD, presentando un surco de articulación dorsal. Se distingue de *Neocythere* por la ausencia de en la VD de un ensanchamiento alveolar anteromediano.

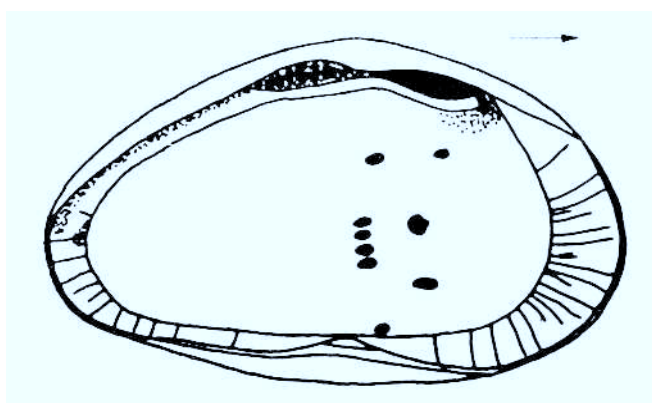
Este género está restringido en el Sinclinorio de Bizkaia al Maastrichtiense del corte de la Universidad. Se ha distinguido hasta el momento una sola especie.

Familia CYTHERIDEIDAE Sars, 1925

Las valvas de estos especímenes están siempre fuertemente calcificadas. El margen anterior es en general más curvado que el posterior. La ornamentación puede ser muy diferente, llegando a existir fuertes costillas e incluso alas, con gran densidad de perforaciones.

Subfamilia CYTHERIDEINAE Sars, 1925

Género *Dolocytheridea* Triebel, 1938

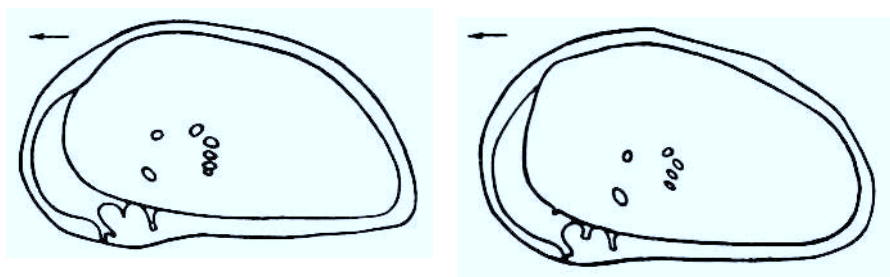


Especie tipo: *Cytherina hilseana* Roemer, 1841

Este género presenta un contorno subovoide elongado con el borde anterior redondeado y el posterior agudo. La vista dorsal es elíptica, más ancha hacia el lado posterior. La charnela es merodonta, con crenulación para los representantes del Cretácico inferior, y lisa en el Cretácico medio (Van Morhoven, 1963). Este autor y Benson et al. (in Moore, 1961) le dan una distribución estratigráfica en el Cretácico inferior y medio, pero han sido descritas, posteriormente, especies de *Dolocytheridea* en el Cretácico superior (Damotte, 1971; Babinot, 1980; etc.). La tendencia morfológica que presenta la charnela en este género justifica la creación de varios subgéneros: *Dolocytheridea* (*Dolocytheridea*) para las especies con charnela crenulada del Cretácico inferior, y *Dolocytheridea* (*Parasternbergella*) Gründel y *Dolocytheridea* (*Puracytheridea*) Gründel, para las de charnela lisa del Cretácico superior.

En este trabajo aparecen 2 especies de este género en el Coniaciense, Santoniense y más raramente en el Maastrichtiense.

Género *Paracyprideis* Klie, 1929



Especie tipo: *Cytheridea fennica* Hirschmann, 1909

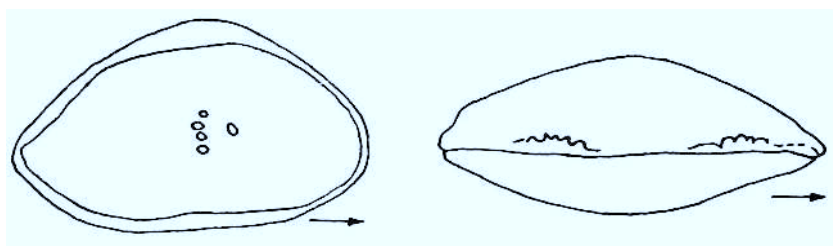
Para la descripción ver *Dolocytheridea*. Este género se parece externamente a *Paracyprideis*, aunque pueden diferenciarse a nivel de las estructuras internas; así *Paracyprideis* presenta vestíbulo y la charnela tiene una barra cardinal (VI) bien desarrollada, mientras que la de *Dolocytheridea* (VI) consta de dos fosetas elongadas y comunicadas entre sí, sin ninguna barra intermedia.

Su rango de distribución va desde el Cenomaniense hasta la actualidad. En el Sinclinorio de Bizkaia aparece en el Coniaciense, con una sola especie representada.

Subfamilia SCHULERIDEIDINAE Mandelstam, 1959

Sus representantes son de contorno subtriangular, típico de la familia. En vista dorsal presentan los extremos anterior y posterior agudos. La zona marginal es relativamente ancha y, en general, no desarrolla vestíbulo. La charnela es merodonta y contiene un surco de acomodación supracardinal en la valva más grande (VI). En muchos casos puede presentar un tubérculo ocular, que es una de las diferencias más evidentes con respecto a la subfamilia Cytherideinae. Se han descrito representantes de este grupo desde el Jurásico hasta el Mioceno.

Género *Schuleridea* Swartz y Swain, 1946



Especie tipo: *Schuleridea acuminata* Swartz y Swain, 1946

Este género presenta una charnela merodonta crenulada en sus extremos, en sus representantes del Cretácico. La zona marginal es ancha, presentando un claro surco de acomodación en la valva izquierda. Se diferencia de *Dordoniella*, en que éste último desarrolla un vestíbulo más neto y en que el surco mencionado sólo es evidente en los individuos hembras.

En el Sinclitorio de Bizkaia lo encontramos fundamentalmente en el Cenomaniense y el Maastrichtiense, representado por dos especies.

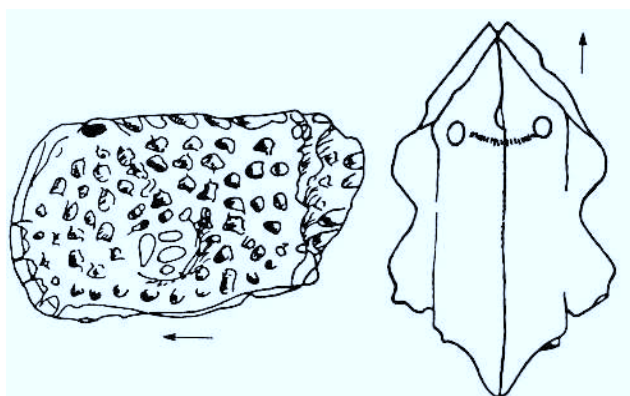
Familia CYTHERURIDAE G. W. Müller, 1894

Se caracteriza por un contorno variable, que siempre presenta un proceso caudal. La superficie está ornamentada muy a menudo por costillas longitudinales, aunque en algunos casos es lisa. Es común encontrar algún tipo de expansión alar ventroposterior. El recubrimiento normal (VI>VD) es poco marcado. La charnela puede ser de complejidad variable. Se conocen representantes desde el Jurásico superior hasta la actualidad.

Subfamilia CYTHERURINAE G. W. Müller, 1894

Se caracteriza por presentar el proceso caudal bien desarrollado y sin expansiones alares fuertes. La zona marginal no tiene vestíbulo.

Género *Eucytherura* G. W. Müller, 1894



Especie tipo: *Cythere complexa* Brady, 1866

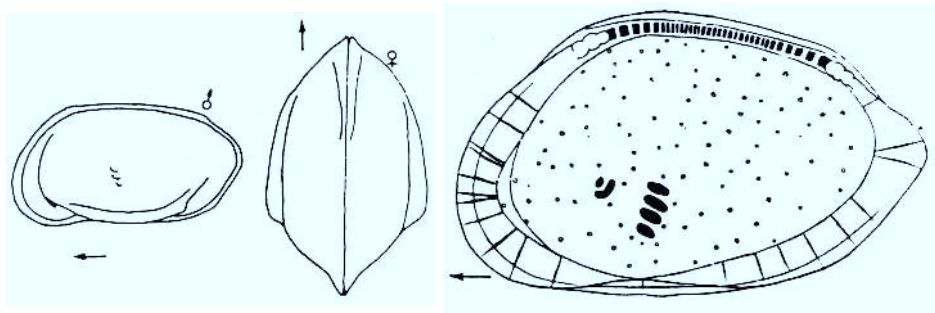
Este género se caracteriza por un caparazón de pequeño tamaño y contorno subcuadrangular, con los bordes dorsal y ventral subparalelos. Presenta una ornamentación fuerte, con un retículo más o menos profundo, que puede estar acompañado de tubérculos. En el ángulo anterodorsal resalta un tubérculo ocular.

En el Sinclinorio de Bizkaia se encuentra representado por 10 especies, repartidas a lo largo del Cenomaniense, Campaniense y Maastrichtiense.

Subfamilia CYTHEROPTERINAE Hanai, 1957

Se caracteriza por la presencia de fuertes expansiones alares posteroventrales, que en muchas ocasiones sobresalen notoriamente del perfil lateral. La zona marginal presenta vestíbulo. Se conocen representantes de esta subfamilia desde el Jurásico superior hasta la actualidad.

Género *Cytheropteron* Sars, 1866



Especie tipo: *Cythere latissima* Norman, 1865

Caracterizado por un contorno subovoidal, con proceso caudal y proyecciones alares bien desarrollados. La superficie es lisa o a veces ornamentada. La zona marginal es ancha anteriormente y presenta vestíbulo. La charnela es merodonta, de elementos crenulados. Su distribución temporal es la misma que la de la subfamilia.

En la cuenca que estudiamos, aparece representado por una especie en el Cenomaniense.

Familia TRACHYLEBERIDIDAE Sylvester-Bradley, 1948

Incluye a ejemplares con el caparazón fuertemente calcificado y ornamentado y un tubérculo ocular más o menos prominente. La zona marginal es ancha y prácticamente no aparece vestíbulo; contiene un número relativamente elevado de canales (de poros) marginales simples o ramificados, los poros transversales pueden ser simples o complejos (poros-tamiz). En general presenta un tubérculo subcentral que indica el lugar de inserción de los músculos aductores; las huellas musculares constan de una fila vertical de cuatro elementos, normalmente sin dividir y otra huella frontal en forma de «V» elíptica o subdividida. La charnela es anfidonta, o más raramente, merodonta crenulada.

La familia Trachyleberididae contiene el mayor número de géneros y especies marinas postpaleozoicas como consecuencia, en parte, de poseer una buena calcificación que le permite una óptima fosilización. Esto ha podido provo-

car una sobrevaloración de la importancia taxonómica de este grupo respecto de otros cuyo potencial de fosilización ha sido menor. Tiene representantes desde el Jurásico hasta la actualidad.

Subfamilia PROTOCYTHERINAE Lubimova, 1955

Son incluidos en este grupo taxonómico géneros con características externas similares a las de *Protocythere* Triebel, con un contorno subtriangular a subrectangular y tres costillas longitudinales, siendo la mediana de un desarrollo parecido a las otras dos. Internamente poseen cuatro huellas musculares adductoras superpuestas en una fila vertical, muy juntas entre sí y otra huella frontal en forma de «V» con la rama posterior muy larga. También presentan una charnela entomodonta modificada o anfidonta y una zona marginal con numerosos canales de trazado sinuoso.

Género *Mosaeleberis* Deroo, 1966



Especie tipo: *Cypridina interrupta* Bosquet, 1847

Este género se diferencia de otros representantes de la subfamilia por presentar un caparazón poco hinchado lateralmente, con la superficie lisa o bien con un retículo de mallas estiradas longitudinalmente. El lóbulo frontal es acusado en la especie tipo, aunque se han descrito otras especies de *Mosaeleberis* con un lóbulo frontal más moderado. Se le conoce desde el Turoniense hasta el Paleoceno.

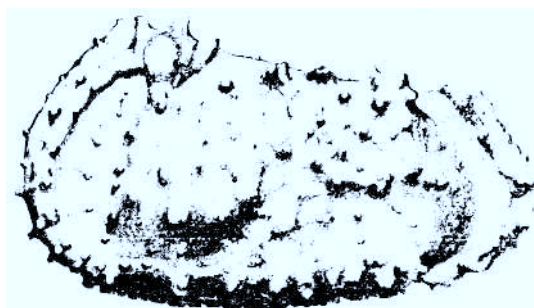
En los materiales del Sinclinorio aparece en el Campaniense y Maastrichtiense; su presencia se limita a una sola especie, si bien representada por un considerable número de individuos.

Subfamilia TRACHYLEBERIDINAE Silvester-Bradley, 1948

Este grupo se caracteriza por un caparazón de contorno subrectangular a subtriangular fuertemente ornamentado; también presenta tubérculo ocular sobresaliente y dentículos marginales anteriores y posteriores. La charnela es anfidonta y el campo de huellas musculares puede presentar una o varias huellas frontales. Se han referido representantes de esta subfamilia desde el Hauteriviense hasta la actualidad.

Tribu TRACHYLEBERIDINI Silvester-Bradley, 1948

Género *Cythereis* Jones, 1849



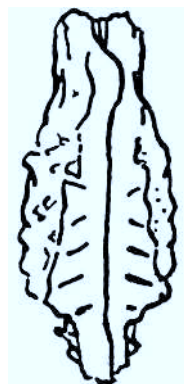
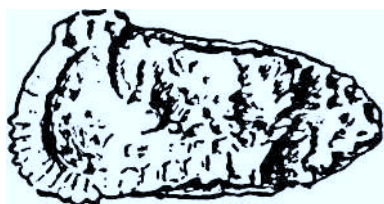
Especie tipo: *Cythereis ornatissima* Reuss, 1846

Este género se caracteriza por un contorno subtrapezoidal a subrectangular, con ambos márgenes, dorsal y ventral, casi rectos convergiendo ligeramente hacia el borde posterior. La terminación anterior es redondeada. La ornamentación consiste en tres costillas longitudinales reducidas a espinas y un tubérculo subcentral ornamentado. Posee una charnela paranfidonta y un campo de huellas musculares, compuesto por cuatro huellas adductorales elongadas, dispuestas en una fila y otra huella frontal en forma de «V».

El género *Cythereis* incluía en un principio prácticamente a todas las especies con fuerte ornamentación de la familia Trachyleberididae. Al ir progresando los trabajos taxonómicos sobre los ostrácodos, se fueron diferenciando géneros nuevos a partir de *Cythereis*, con lo cual se hacía preciso restringir la definición original de este género y, como consecuencia, su distribución estratigráfica, quedando asociado preferentemente al Cretácico inferior y medio.

Aparece en el Coniaciense, Campaniense y Maastrichtiense del Sinclinorio de Bizkaia. Hemos diferenciado tres formas específicas diferentes.

Género *Rehacythereis* Gründel, 1966



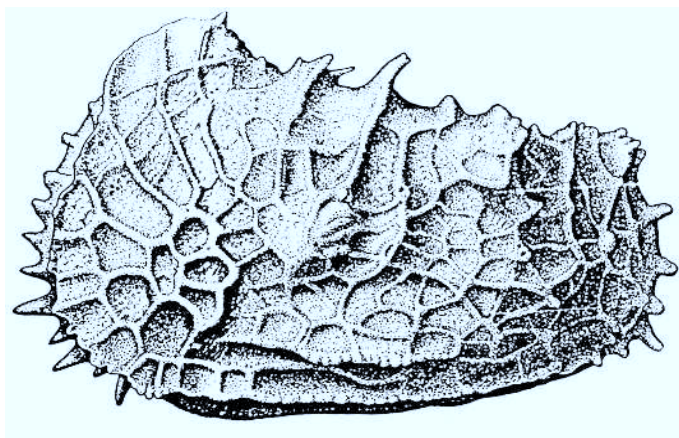
Especie tipo: *Cythereis luermannae* Triebel, 1940

Este género tiene el mismo contorno que *Cythereis*, distinguiéndose por presentar las costulaciones continuas, no espinosas y el tubérculo subcentral liso. Los caracteres internos son comunes para ambos géneros (ver *Cythereis*).

En los materiales estudiados del Sinclinorio aparece en el Cenomaniense y Maastrichtiense, donde se han distinguido cuatro especies diferentes.

Tribu VEENIINI Puri, 1973

Género *Abyssocythere* Benson, 1971



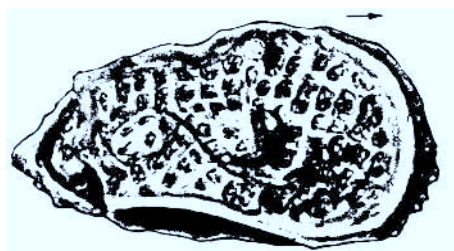
Especie tipo: *Abyssocythere casca* Benson, 1971

Se caracteriza dentro del grupo por el tipo de ornamentación. Su retículo exterior se organiza en un modelo donde se distinguen 6 elementos principales. Dicho retículo varía desde masivo a muy fino, pudiendo formar una estructura compleja. Entre otros caracteres, se puede diferenciar de otros géneros próximos por la presencia de tres fuertes tubérculos espinosos en el borde dorsal. Es conocido desde el Maastrichtiense hasta la actualidad, siendo un típico representante de ambientes psicosféricos (aguas profundas y frías, $T < 8^{\circ}\text{C}$).

En este trabajo se ha encontrado una especie de dicho género en el Maastrichtiense inferior y medio, siendo esta cita una de las más antiguas conocidas en el registro fósil.

Tribu PARVACYTHEREIDINI Gründel, 1973

Género *Trachyleberidea* Bowen, 1953



Especie tipo: *Cythereis prestwichiana* Jones y Sherborn, 1887

Este género ha sido recientemente revisado por Babinot y Colin (1979) y Babinot (1980), basándose en el estudio de un amplio material de varios países. Se caracteriza por un contorno triangular elongado, muy comprimido lateralmente, con un desarrollo mínimo de las costillas longitudinales, así como del tubérculo subcentral. La superficie está cubierta por un retículo de organización variable. La charnela es anfidonta, pudiendo tener el elemento posterior crenulado los representantes del Paleógeno. Se le conoce desde el Cenomaniense hasta el Oligoceno.

En los materiales estudiados del Sinclinorio de Bizkaia aparece en el Coniaciense, Campaniense y Maastrichtiense, en donde se han diferenciado dos especies.

Tribu BRADLEYINI Benson, 1972

Género *Limburgina* Deroo, 1966



Especie tipo: *Cypridina ornata* Bosquet, 1847

Se caracteriza por un contorno y ornamentación cythereiforme. Tiene una costilla dorsal continua y, normalmente, presenta la costilla mediana. La superficie está cubierta por un retículo poligonal amplio y profundo. Las huellas musculares centrales tienen subdivididos sus elementos superiores (Deroo, 1966; Damotte, 1974) y la charnela es anfidonta, (VD) con el diente anterior liso y el posterior trilobulado.

Existe una cierta confusión en la determinación de *Limburgina* y *Oertliella*, aunque se dispone de varios criterios para su separación. Liebau (1969, 1971, 1973, en su estudio sobre las analogías estructurales de los Trachyleberididae, considera ambos géneros diferenciados en cuanto al carácter de la ornamentación externa. Así *Oertliella* presenta un desarrollo importante de tubérculos y espinas sobre todo en la zona periférica; concretamente en el borde dorsal se localizan tres tubérculos con poros «conuli» característicos. *Limburgina* por el contrario, formaría costulaciones más continuas, con un desarrollo residual de los poros mencionados, que también ocuparían posiciones equivalentes en el caparazón.

En el Sinclinorio de Bizkaia aparece en el Campaniense y en el Maastrichtiense, representado por una sola especie.

Tribu OERTLIELLINI Liebau, 1975

Género *Oertliella* Pokorny, 1964



Especie tipo: *Cythere reticulata* Kafka, 1886

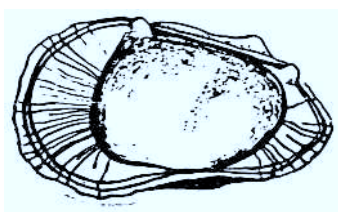
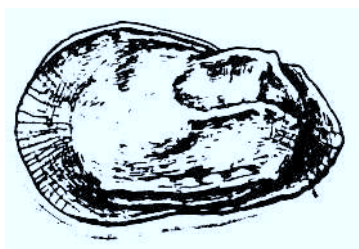
Este género fue definido por Pokorny (1964) como perteneciente a los Trachyleberidinae con una reticulación fuerte, la costilla anteromarginal fina y la costilla dorsal reducida a espinas; no presenta costilla mediana y la costilla ventral está bien desarrollada. La charnela es anfidonta, con una débil crenulación y las huellas musculares no presentan subdivisiones.

En los niveles estudiados en este trabajo, este género aparece en el Campaniense superior y Maastrichtiense. Se han distinguido dos especies.

Subfamilia BUNTONIINAE Apostolescu, 1961

Los individuos pertenecientes a esta subfamilia presentan el caparazón elongado subrectangular a subtriangular, con el lado posterior diferenciado del resto. La superficie es lisa y puede estar cubierta por un punteado; normalmente desarrolla costillas longitudinales anchas y planas. La zona marginal es muy característica en el lado anterior: muy ancha y con numerosos canales (de poros) marginales. El campo de huellas musculares consta de una fila vertical de cuatro huellas ovoidales y otra frontal en forma de luna creciente. Sus representantes son conocidos desde el Albiense hasta la actualidad.

Género *Phacorhabdotus* Howe y Laurencich, 1958

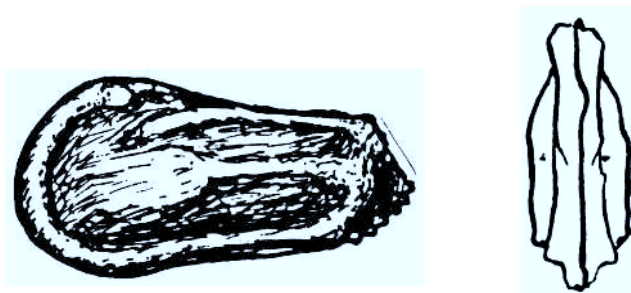


Especie tipo: *Phacorhabdotus texanus* Howe y Laurencich, 1958

Hartmann y Puri (1974) incluyen a este género dentro de la subfamilia Buntioniinae Apostolescu, en base a la presencia de una zona marginal muy desarrollada. Externamente *Phacorhabdotus* se caracteriza por un contorno subovalado con el lado posterior corto y triangular; el lado anterior es muy comprimido lateralmente y siempre aparecen tres costillas longitudinales sobre una superficie lisa en general. La charnela es holanfidonta. La zona marginal es muy ancha y está atravesada por unos canales marginales agrupados por parejas. No presenta vestíbulo. Este género es conocido desde el Albiense hasta el Paleógeno.

En los materiales estudiados del Sinclinorio de Bizkaia este género aparece en el Santoniense, Campaniense y Maastrichtiense, donde se han diferenciado hasta cinco especies.

Género *Praephacorhabdotus* Gründel, 1974

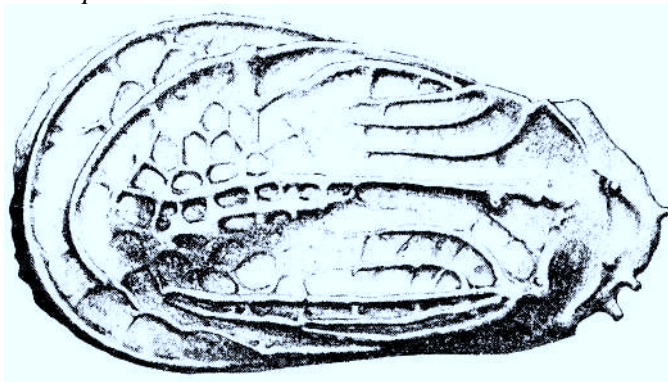


Especie tipo: *Cythereis bonnemai* Triebel, 1940

Este género difiere morfológicamente de *Phacorhabdotus* por un contorno más subrectangular, con un desarrollo mayor de los costillas longitudinales.

En los materiales del Cretácico superior estudiados en el presente trabajo *Praephacorhabdotus* aparece en el Cenomaniense, Coniaciense y Santoniense, donde hemos analizado tres especies diferentes.

Género *Imhotepia* Gründel. 1969



Especie tipo: *Cythereis marssoni* Bonnema, 1941

Este género comprende individuos con las valvas más bien hinchadas. La altura es mayor en la parte anterior, con el margen dorsal siempre recto y el

ventral algo cóncavo, convergiendo hacia la parte posterior. Tiene unas muy finas denticulaciones marginales anteriores. La costilla ventral es fuerte y la media débil; la superficie es finamente reticulada.

Este género se encuentra en todos los pisos del Cretácico superior del Sinclinatorio de Bizkaia, representado por tres morfologías específicas diferentes.

Género *Karsteneis* Pokorny, 1963



Especie tipo: *Cytherina karsteni* Reuss, 1846

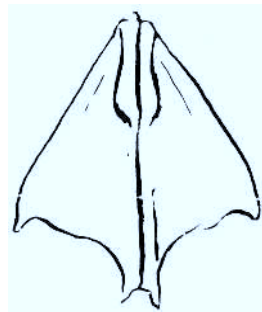
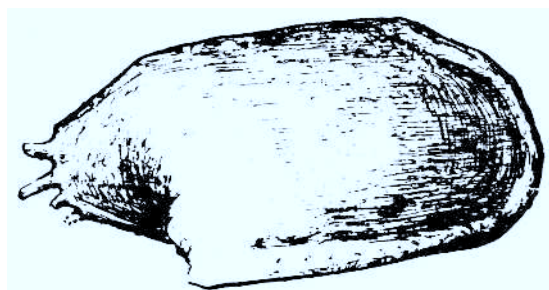
Pokorny considera este género subdividido en dos subgéneros: *Karsteneis* (*Karsteneis*), caracterizado por un caparazón hinchado lateralmente, de superficie lisa y solamente con una costilla dorsal periférica y a veces un tubérculo subcentral vestigial. El otro subgénero, *Karsteneis* (*Prosteneis*), cuya especie tipo es *Cythere nodifera* Kafka, difiere del primero por presentar tres costillas longitudinales, estando la mediana en contacto con un tubérculo subcentral bien desarrollado.

Según Pokorny (op. cit.) el género es conocido a lo largo del Cretácico superior, si bien solamente es mencionado en el Turoniense y Coniaciense europeo (Damotte et al., 1981). En este trabajo se ha encontrado en el Maas-trichtiense algunos representantes del subgénero *Karsteneis* (*Prosteneis*). Este subgénero es referido por Gründel (1974) en el Santoniense de Alemania, y Bate (1972) define la especie *Karsteneis* (*Karsteneis*) *aspericava* en el Santoniense-Campaniense de Australia.

Subfamilia PTERYGOCYTHEREIDINAE Puri, 1957

Esta subfamilia agrupa a individuos con el caparazón con expansiones alares en posición posteroventral y la superficie lisa; la charnela es anfidonta, pudiendo presentar crenulado el elemento posterior. Las huellas musculares siguen la disposición característica de la superfamilia, con tendencia a subdividirse la huella adductora superior. Se encuentran representantes desde el Cenomaniense hasta la actualidad.

Género *Pterygocythere* Hill, 1954



Especie tipo: *Cypridina alata* Bosquet, 1847

Este género se caracteriza por un caparazón con fuerte calcificación y una charnela hemianfidonta, con un surco de acomodación (VI) supracardinal.

Han sido definidos varios géneros de características muy parecidas a *Pterygocythere*. Por ejemplo *Alatacythere* Murray y Hussey, cuyas especies han sido consideradas juveniles de *Pterygocythereis* Blake s.l.; este último se diferencia del género que describimos por la charnela, que es holanfidonta y por la ausencia del surco de acomodación.

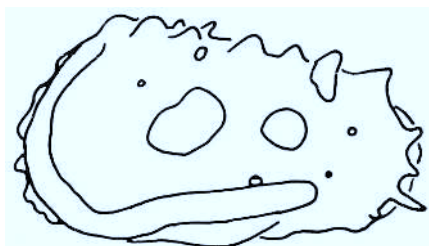
Van Morkhoven (1963) considera todas estas denominaciones incluidas dentro de *Pterygocythereis* Blake, ampliando la definición del mismo hasta abarcar los criterios considerados como diferenciadores de estos géneros. Por nuestra parte admitimos que las diferencias indicadas entre *Pterygocythere* y *Pterygocythereis* son suficientes para separar ambos géneros. Por otro lado Pokorný (1966) considera innecesaria la separación de ambos géneros en base a la crenulación cardinal, según un criterio biológico. Aduce, asimismo, que puede producirse confusión entre ambos taxones cuando la conservación del material no permita la buena observación de las crenulaciones. Si bien estos razonamientos son plenamente asumibles, la hipótesis de considerar a *Pterygocythere* y *Pterygocythereis* como diferentes géneros está apoyada también por la presencia o ausencia del surco de acomodación, del tipo de contorno y la ornamentación, que sólo aparece en el último género mencionado.

Se han referido especies pertenecientes a este género desde el Cenomanien- se hasta el Eoceno, aunque su presencia es más típica del Cretácico superior. En los materiales estudiados en este trabajo se ha encontrado en el Coniacien- se, Santoniense, Campaniense y Maastrichtiense. Se han podido distinguir tres especies diferentes de este género.

Subfamilia UNICAPELLINAE Dingle, 1981

Es un grupo descrito originalmente en las cuencas sudafricanas. Los repre- sentantes de esta subfamilia son ciegos, débilmente reticuladas, con un aspek- to general parecido al de los trachyleberídidos. Se reconoce una orejilla poster- odorsal en la VI; la superficie puede ser nodulosa o espinosa.

Género *Dutoitella* Dingle, 1981



Especie tipo: *Dutoitella dutoiti* Dingle, 1981

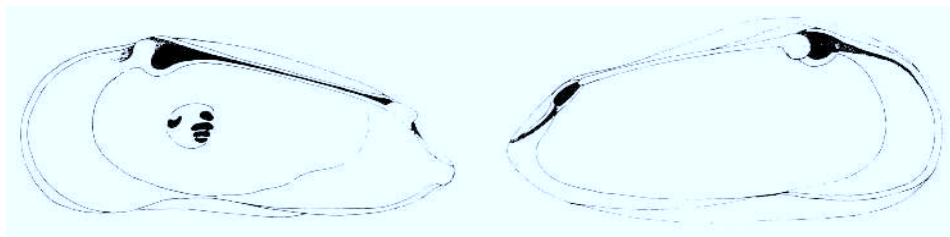
Es un trachyleberídido no reticulada, con la costilla ventrolateral en conex- ión con el margen anterior. La zona media está ocupada por un tubérculo prominente, apareciendo otro nódulo centroposterior aislado. La charnela es hemianfidonta. Ha sido descrito en el Cretácico terminal de Sudafrica (Din- gle, 1981) y recientemente también ha sido estudiado en el Paleógeno del Atlántico Norte (Coles & Whatley, 1989). Es un género representativo de aguas profundas de la plataforma marina, con batimetrías de unos 500 m. (Dingle, op. cit.).

Su registro en el Sinclinorio de Bizkaia es problemático hasta la fecha, habiendo sido encontrado en materiales de edad Maastrichtiense.

Familia CYTHERETTIDAE Triebel, 1952

Los géneros pertenecientes a esta familia se caracterizan por poseer unos caparazones ovalados a cilíndricos, con la superficie lisa o gruesamente punte- ada. La ornamentación lateral es rica en costillas planas. No suele presentar tubérculo ocular. El carácter más significativo del grupo es la zona marginal, muy ancha y de estructura compleja. La charnela es anfidonta. Son conocidos desde el Cretácico superior hasta la actualidad, siendo típicos de un ambiente de plataforma interna a externa.

Género *Acuticytheretta* Deroo, 1966



Especie tipo: *Brachicythere infundibuliformis* Van Veen, 1935

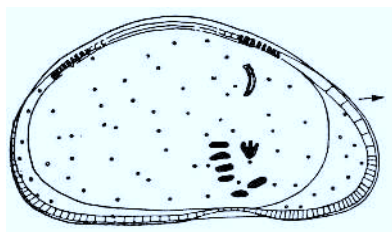
Caparazón de contorno elongado, subtriangular. Borde anterior redondeado y el posterior más agudo, sin relieves externos. La charnela es anfidonta. Es característica la fuerte disimetría de las valvas (VI>>VD). Se caracteriza dentro del grupo familiar por presentar un caparazón muy ancho, liso y con fuerte superposición valvar. El género ha sido descrito en el Cretácico terminal de los Países Bajos.

En este trabajo hemos podido diferenciar 3 especies de *Acuticytheretta*, en el Cenomaniense, Campaniense y Maastrichtiense.

Familia XESTOLEBERIDIDAE Sars, 1928

Sus representantes se distinguen por presentar un caparazón débilmente calcificado, con un perfil globuloso, tanto en vista lateral como dorsal. El lado ventral es plano. A veces desarrolla un proceso caudal en posición postero-ventral. La superficie es lisa y presenta una «mancha» en forma de media luna, situada en el área anterodorsal, la cual es exclusiva de esta familia. La charnela puede ser merodonta lisa (lofodonta) o crenulada (entomodonta). Se conocen unas 200 especies de este grupo taxonómico, que se distribuyen en el registro fósil desde el Cenomaniense hasta nuestros días. Los xestolebéridos prefieren un ambiente fital dentro de la plataforma marina.

Género *Xestoleberis* Sars, 1866

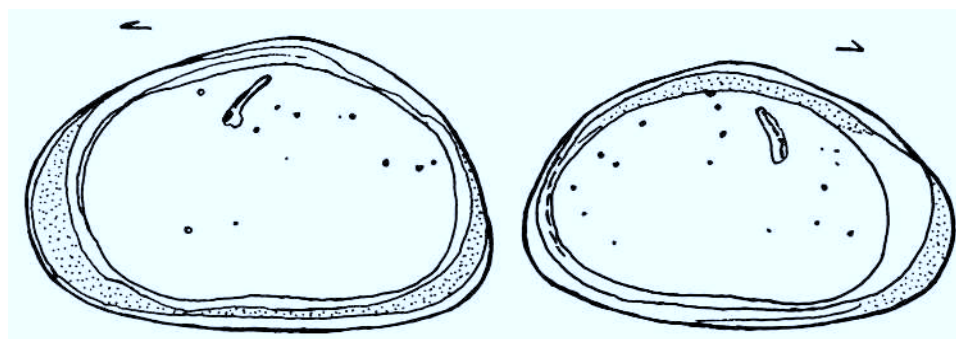


Especie tipo: *Cythere aurantia* Baird, 1838

Es el género más representativo de la familia, y se caracteriza por un caparazón ovoidal con el lado posterior más abultado que el resto, sin presentar proceso caudal. La charnela es de tipo merodonta y la zona marginal es ancha y con un gran vestíbulo en el lado anterior. La zona marginal fusionada de las lamelas es muy estrecha y contiene un gran número de canales marginales. Es conocido desde el Cenomaniense hasta la actualidad.

Al ser un género básicamente de medios neríticos, no es un elemento abundante en las facies profundas del Sinclinorio de Bizkaia, donde encontramos 2 especies de *Xestoleberis*, asociadas al Cenomaniense y al Maastrichtiense superior.

Género *Platyleberis* Bonaduce y Danielopol, 1988



Especie tipo: *Microxestoleberis profunda* Breman, 1975

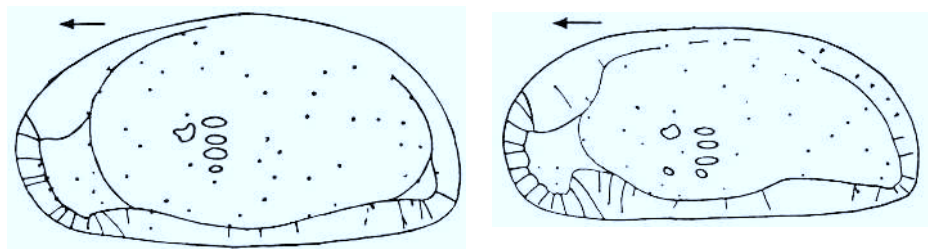
Es un género caracterizado por su pequeño tamaño, un caparazón sub-redondeado o triangular, bien calcificado y una superficie externa completamente lisa. Su tamaño es normalmente inferior a 0,5 mm. de longitud. La charnela es de tipo merodonta. Su distribución paleoecológica se relaciona con ambientes profundos (batiales). Ha sido descrito desde el Paleoceno hasta la actualidad.

En el Sinclinorio de Bizkaia hemos hallado algunos ejemplares de este género en el Campaniense superior, lo que constituye la cita más antigua en el registro fósil de *Platyleberis*.

Familia KRITHIDAE Mandelstam, 1960

Presenta una forma elongada con la superficie lisa. La zona marginal es ancha y forma un vestíbulo profundo en el lado anterior; los poros marginales están irregularmente distribuidos. La charnela es simple (pseudoadonta).

Género *Krithe* Brady, Crosskey y Robertson, 1874



Especie tipo: *Ilyobates praetexta* Sars, 1866

Este género se caracteriza por un contorno subelipsoidal con la altura máxima hacia al lado posterior, el cual es el más agudo. El borde anterior es en general redondeado, la terminación posterior está oblicuamente truncada; se trata de una escotadura posterior bien visible desde una vista dorsal. La superficie es lisa. La charnela es sencilla, tiene un surco dorsal en la valva izquierda, que está separada del interior de la valva por una barra, que puede estar en ocasiones ligeramente crenulada en su terminación posterior. La valva derecha encaja su borde dorsal en el surco de la izquierda. La zona marginal tiene un vestíbulo bien desarrollado de variada forma. El recubrimiento presenta en algunos casos una inversión de la superposición normal (VI>VD).

Su rango de distribución va desde el Cenomaniense hasta la actualidad. En los materiales estudiados en este trabajo se encuentra en el Santoniense, Campaniense y Maastrichtiense, en los que se han diferenciado cinco especies.

BIOESTRATIGRAFIA (OSTRACODOS)

El conjunto de las asociaciones de ostrácodos del Cretácico superior del Sinclinatorio de Bizkaia, comprende 62 géneros y 122 especies, de los cuales se han seleccionado los 36 géneros más importantes, bien por su dominancia numérica, o bien por su especial interés estratigráfico o ecológico. La distribución estratigráfica de estos géneros (Fig. 6), presenta una serie de peculiaridades que se comentan brevemente a continuación.

En primer lugar se observa una desigual representación de los diferentes pisos, siendo fácilmente caracterizables todos ellos, excepto el Turoniense, cuyas asociaciones presentan una notable escasez de individuos. Concretando los conjuntos para cada piso, el Cenomaniense contiene 18 géneros representativos: *Cardobairdia*, *Bythoceratina*, *Eucytherura*, *Schuleridea*, etc., y otros 2 exclusivos de este piso: *Cytheropteron* y *Neocythere*.

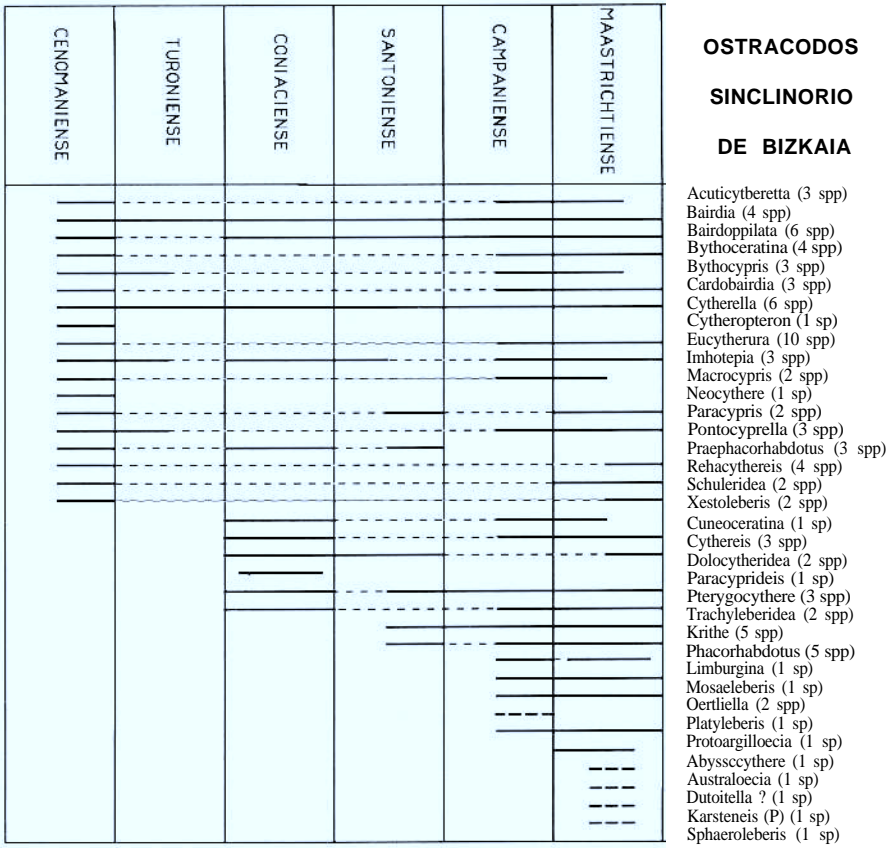


Fig. 6: Cuadro de distribución bioestratigráfica de los géneros de ostrácodos en el Cretácico superior del Sinclinorio de Bizkaia (Arco Vasco). Se indican, asimismo, el número de especies de cada género.

Tal y como acabamos de mencionar, las microfaunas de ostrácodos del Turoniense son escasas, con 5 géneros principales, compartidos con el piso anterior: *Imhotepia*, *Pontocyprella*, *Bythocypris*, etc. Durante el Coniaciense se produce una apreciable renovación de la fauna, apareciendo en el registro de esta cuenca varios géneros: *Cuneoceratina*, *Cythereis*, *Doloccytheridea*, *Paracyprideis*, *Trachyleberidea*, entre los 11 géneros mayoritarios de este intervalo temporal. El Santoniense puede definirse bioestratigráficamente por la primera presencia de *Krithe* y *Phacorhabdodus*, así como por el último registro de *Praephacorhabdodus*.

A partir del Campaniense superior, y coincidiendo con un cambio favorable de las facies litológicas, se produce otra renovación de la microfauna, contabilizándose hasta 22 géneros significativos. Este subpiso se dataría por la presen-

cia de *Platyleberis*, *Protoargilloecia*, *Mosaeleberis*, etc. La tendencia mencionada continúa durante el Maastrichtiense, alcanzándose la mayor diversidad genérica (31 géneros significativos) de todo el Cretácico superior en el área de estudio. Este piso se caracteriza bioestratigráficamente por la entrada de géneros psicrosféricos: *Abyssocythere*, *Australoecia*, *Protoargilloecia*, además de un conjunto más numeroso, que comprende a *Krithe*, *Cardobairdia*, *Dutoitella* ?, etc.

PALEOECOLOGIA

La Paleoeología es una ciencia que intenta reconstruir los medios ambientes del pasado, basándose en los datos contenidos en el registro fósil. Antes de acometer esta empresa es necesario resolver los problemas estratigráficos y taxonómicos. Una vez dilucidados éstos se puede realizar ya la interpretación paleoecológica; pero es preciso tener muy en cuenta que ciertos procesos tafonómicos y geológicos producen una pérdida de información de las paleobiocenosis y que además existen ciertos problemas a la hora de realizar dicha interpretación paleoecológica, debida a la mezcla de poblaciones en una misma muestra.

El estudio paleoecológico de los ostrácodos se puede realizar considerando las variaciones cualitativas y cuantitativas de las asociaciones, que reflejarán cambios en el medio ambiente. Y también mediante el análisis de la morfología del caparazón, tanto desde un punto de vista morfoestructural (Benson, 1972, 1975, 1981) en el que se tiene en cuenta la respuesta dinámica del caparazón frente a los cambios energéticos en el medio; o desde un punto de vista químico (Peypouquet, 1975, 1977; Peypouquet et al., 1980) en el que se consideran las relaciones causa-efecto entre el equilibrio iónico del medio acuoso y la ornamentación de las valvas.

Existen una serie de factores del medio ambiente que influyen en la distribución de los ostrácodos, como son: hidrodinamismo, salinidad, temperatura, profundidad, naturaleza y estabilidad del sustrato; además del pH del agua, su contenido en oxígeno disuelto, luz, nutrientes, circulación de masas de aguas, etc.

Peypouquet (1979-80, 1980) estudia la relación existente entre las asociaciones de ostrácodos y la profundidad en el medio marino, definiendo unos «marcadores fiables» para cada parte de la cuenca oceánica. Por otra parte, deja constancia de la importancia de los procesos de mezcla de faunas, que pueden llegar a ser muy importantes en la composición de las asociaciones, sobre todo en los ambientes profundos, dando lugar a interpretaciones erróneas en el caso de no ser tenidos en consideración. En dicho estudio se determina el factor profundidad, modulado por una serie de parámetros ecológicos para cada porción del medio marino. Los «marcadores fiables» de cada sub-

ambiente, en el caso de los ostrácodos, son en algunas ocasiones familias y en otras, géneros.

Resultados

Se van a considerar los cortes estudiados, realizando en primer lugar una breve descripción litológica que nos permita relacionarlos con un determinado paleoambiente, para caracterizar aquéllos posteriormente desde un punto de vista faunístico. Cuando sea posible se realizarán comparaciones con otras cuencas o con otras zonas dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Rodríguez Lázaro, op. cit.).

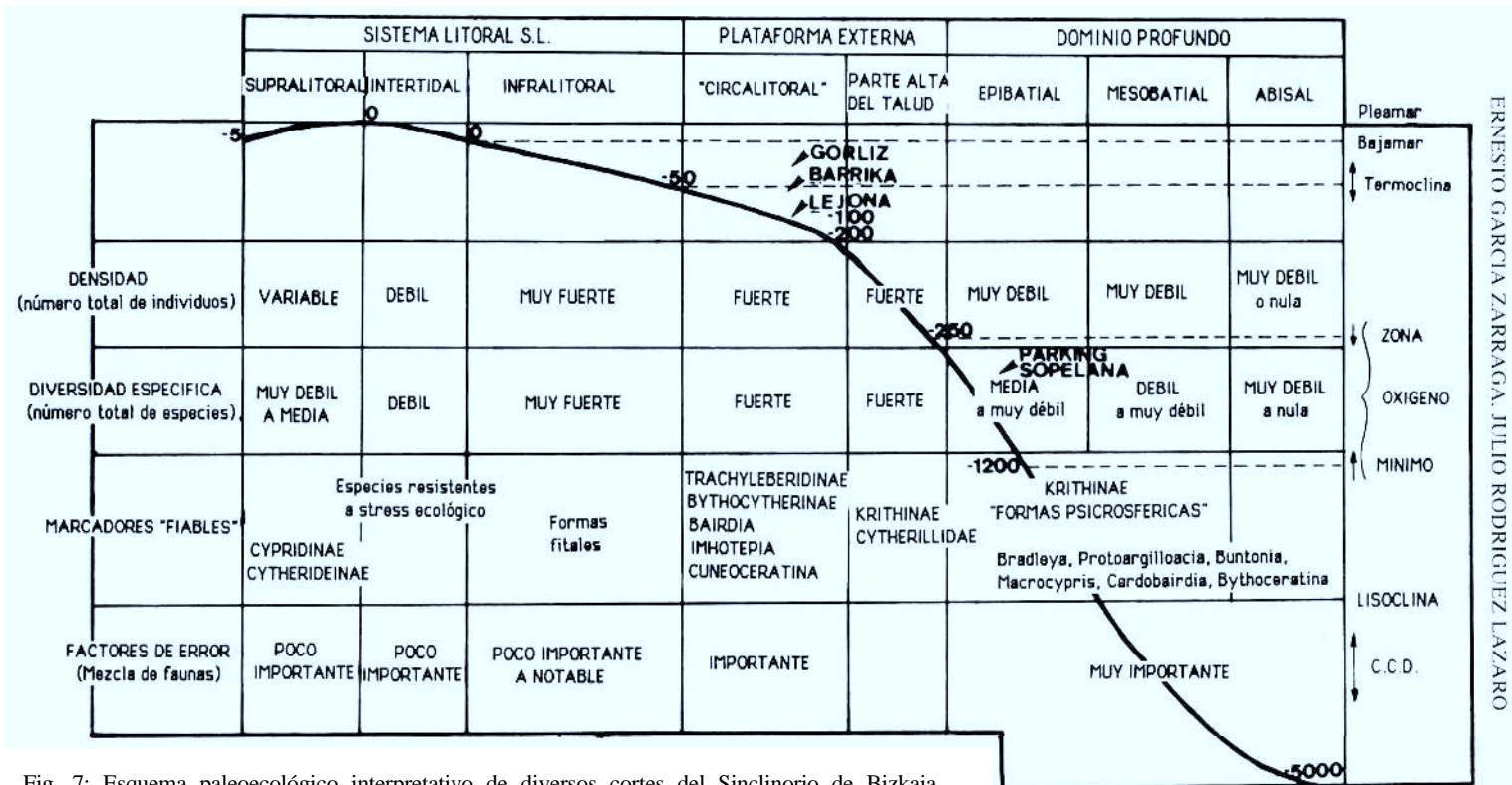
Area de Sopelana (Maastrichtiense)

En los materiales de edad Maastrichtiense del área de Sopelana se han realizado tres cortes (Corte de Sopelana, Corte del Peñón I y Corte del Peñón II; ver Fig. 5).

El *Corte de Sopelana* está compuesto por litologías de margas, margocalizas y calizas grises, con una potencia de unos 150 m., cuya edad es Maastrichtiense medio y superior. Se ha encontrado una macrofauna compuesta por fragmentos de equínidos, conchas de inocerámidos, así como huellas de *Zoophycos*. La microfauna está compuesta en su mayor parte por foraminíferos planctónicos, entre el 90 y el 95 %. Dominan los Rotaliidos (2 a 8 %) sobre los Textulariidos (1-3 %). Tanto las faunas mencionadas como sus porcentajes relativos serían indicativos de un ambiente marino profundo, sin que sea posible concretar el subambiente correspondiente.

Los ostrácodos son escasos, aproximadamente el 1 % de la microfauna. Las muestras son pobres en cuanto al número de individuos; siendo los géneros dominantes: *Cytherella*, *Krithe*, *Bairdia*, *Pterygocythere*. Como géneros característicos encontramos: *Mosaeleberis*, *Limburgina*, *Cythereis*, *Trachyleberidea*, *Cardobairdia*, *Phacorhabdotus*, *Protoargilloecia*. Esta asociación define un medio epibatial (Fig. 7) si bien al igual que en el resto de los cortes estudiados hay faunas provenientes de la plataforma externa.

El *Corte del Peñón I* está formado por una alternancia de calizas y margocalizas grises que pasan a tonos rojizos. Su potencia es de 35 m., estando su contenido en macrofósiles compuesto por ostreidos, equínidos e inocerámidos, apareciendo además *Zoophycos* en gran abundancia. Este tramo aparece invertido y en contacto mecánico, tanto con materiales paleocenos como con los materiales del Corte del Peñón II. Su edad es Maastrichtiense medio, Zona de *Globotruncana gansseri*, (Elorza et al. 1984). La microfauna está constituida en su mayor parte por foraminíferos planctónicos (80-90 %), dominando los Rotaliidos (6-15 %) sobre los Textulariidos (1-4 %). Estas características paleontológicas nos dan idea de un ambiente profundo, pero al igual que ocurre en el corte anterior no podemos precisar más, hasta considerar las faunas de ostrácodos.



La presencia de ostrácodos es muy pobre ($< 1\%$), siendo la riqueza faunística también muy baja (NF entre 12 y 15). La diversidad específica es baja con valores que oscilan entre 6 y 12. La asociación está formada por los géneros dominantes siguientes: *Cytherella*, *Pterygocythere*, *Bairdia*, *Limburgina* y por los géneros característicos: *Trachyleberiea*, *Phacorhabdotus*, *Abyssocythere*, *Cardobairdia*, *Acuticytheretta*, *Krithe*, *Imhotepia*, *Cythereis*. Esta asociación indica un medio epibatial con influencias de la plataforma externa.

El *Corte del Peñón II* está compuesto de unos 50 m. de margas y margocalizas grises, cuya alteración superficial ha formado cárcavas. Se han encontrado algún inocerámido y restos de *Zoophycos* mal conservados. Su edad es Maastrichtiense inferior, *Zona de falsostuarti* (Elorza et al., 1984). La microfauna, tal como corresponde con medio marino profundo, está compuesta fundamentalmente por foraminíferos planctónicos (93-95 %). Los Rotaliidos (3-5 %) dominan sobre los Textulariidos (1-3 %).

Los ostrácodos tienen una presencia muy baja ($> 1\%$) y la riqueza faunística es a su vez muy baja (NF entre 15 y 18). La diversidad específica es media, oscilando entre 13 y 14 especies por muestra. La asociación de ostrácodos está compuesta por los siguientes géneros dominantes: *Cytherella*, *Krithe*, *Mosaeleberis*, *Cardobairdia*, *Bairdia* y por los géneros característicos: *Cuneoceratina*, *Pterygocythere*, *Abyssocythere*, *Trachyleberidea*, *Cythereis*. Dicha asociación, al igual que las del resto de los cortes del área de Sopelana, nos permite pensar en un medio epibatial, con influencias de la plataforma externa.

Parking de Sopelana (Campaniense)

Está representado por una alternancia de margas y margocalizas grises, de edad Campaniense superior, de unos 50 m. de potencia. La macrofauna encontrada es rica en inocerámidos. La microfauna está dominada por la presencia de foraminíferos planctónicos, entre el 85 y el 95 %. Dominan los Rotaliidos (3-9 %) frente a los Textulariidos (1-4 %). Dichas características dan idea de un medio marino profundo, fundamentalmente los altísimos porcentajes de foraminíferos planctónicos.

Los ostrácodos son escasos (1-3 %). La asociación característica está formada por los géneros dominantes siguientes: *Cytherella*, *Mosaeleberis*, *Krithe*, *Cythereis*, *Bairdia*, *Cuneoceratina*, *Trachyleberidea*, *Imhotepia*. Como géneros característicos encontramos: *Pterygocythere*, *Bythoceratina*, *Pontocyprella*, *Platyleberis*. Esta asociación define un medio de talud continental o epibatial (Fig. 7); además se observan faunas provenientes de la plataforma externa.

Area de Barrika (Coniaciense)

Está representado por una alternancia de calcarenitas y calcilimolitas y margas, con algunos bancos de calizas finas, cuya edad es Coniaciense, pudiendo llegar al Santoniense inferior. La microfauna está dominada por los foraminíferos planctónicos con un 90 a 95 %. Los Rotaliidos (1-4 %) dominan sobre

los Textulariidos (1-3 %) si bien de forma poco evidente. Estas características indican un medio marino profundo, si bien es necesario estudiar la microfauna de los ostrácodos en detalle para especificar su ambiente de manera más detallada.

Los ostrácodos son muy escasos, apenas alcanzan el 1 % del total de la microfauna. La asociación característica está compuesta por los géneros dominantes: *Cytherella*, *Bairdia*, *Dolocytheridea*, *Paracyprideis*, *Imhotepia*. Además encontramos como géneros característicos: *Cythereis*, *Praephaeorhabdotus*. Esta asociación indica claramente un medio de plataforma externa (Fig. 7), siendo comparable a las descritas como circalitorales en el Surco Navarro-Cántabro por Rodríguez Lázaro (op. cit.).

Corte de Gorliz (Turoniense)

Está compuesto por una alternancia de calcarenitas y calcilimolitas grises y de margas del mismo color, de edad Turoniense inferior o medio. La microfauna está dominada por foraminíferos planctónicos (>95 %), mientras que los Rotaliidos (1-2 %) y Textulariidos (1 %) son muy escasos.

Los ostrácodos son muy escasos, no apareciendo en casi ninguna de las muestras estudiadas, y cuando lo hacen son en porcentajes muy bajos (<1 %). La asociación que se ha encontrado es muy pobre; y está constituida por los géneros dominantes: *Cytherella*, *Imhotepia*, *Bairdia*. Como géneros característicos aparecen: *Bythocypris*, *Pontocyprilla*. Esta asociación, de diversidad específica y riqueza individual tan pobres, parece indicar que nos hallamos en un medio de plataforma externa (Fig. 7).

Area de Lejona

Se han realizado dos cortes, un primero de edad Cenomaniense y otro de edad Santoniense, probablemente superior (Orue-Etxebarria, com. pers.).

Cenomaniense

Está compuesto por litologías de margas y margocalizas. La microfauna está dominada por foraminíferos planctónicos con un 85 a 90 %, mientras que los Rotaliidos representan entre el 4 y el 10 % y los Textulariidos entre el 2 y el 6 %.

Los ostrácodos son aproximadamente el 2 % de la microfauna. La asociación está formada por los géneros dominantes siguientes: *Cytherella*, *Pontocyprilla*, *Bythocypris*, *Praephaeorhabdotus*, *Neocythere*, *Rehacythereis*. Los géneros característicos son: *Paracypris*, *Cardobairdia*, *Bairdia*. La asociación descrita da idea de una plataforma externa (ver Fig. 7) con algunas influencias de plataforma interna.

Santoniense

Está compuesto por margas y alguna calcarenita. Las muestras son pobres en microfauna, estando dominada por los foraminíferos planctónicos (>80 %), mientras los Rotaliidos representan entre el 7 y el 15 % de la fauna y los Textulariidos entre el 3 y el 15 %.

Los ostrácodos representan aproximadamente el 2 % de la microfauna. Se han encontrado pocos individuos y una diversidad específica muy baja. La asociación está formada por los géneros dominantes: *Cytherella*, *Bairdia*, *Praephaeorhabdotus*. Los géneros característicos encontrados son: *Dolocytheridea*, *Imhotepia*, *Phacorhabdotus*. Al estar basada la interpretación paleoecológica en un número muy limitado de muestras con un contenido apreciable en ostrácodos, se hace difícil una interpretación acertada del medio ambiente. Pese a ésto, diremos que la asociación parece indicar un medio de plataforma externa de aguas abiertas (Fig. 7); dicha asociación es comparable con las descritas como circalitorales en el Surco Navarro-Cántabro para esta edad (Rodríguez Lázaro, op. cit.).

CONCLUSIONES

A modo de resumen final de este trabajo de investigación, se enumeran a continuación las principales conclusiones obtenidas en este estudio:

1. Se han analizado taxonómicamente las faunas de ostrácodos presentes en el Sinclinorio de Bizkaia (Arco Vasco) durante el Cretácico superior, realizándose la determinación sistemática de 62 géneros de ostrácodos, que comprenden a un conjunto de 122 especies de estos microorganismos. Las descripciones taxonómicas afectan, en este trabajo, exclusivamente a los 36 géneros más característicos.

2. Se ha establecido una escala bioestratigráfica de los géneros más característicos de ostrácodos del Sinclinorio de Bizkaia (Arco Vasco) durante el intervalo Cenomaniense-Maastrichtiense.

3. Se han reconocido y caracterizado 6 asociaciones diferentes de estos organismos durante el intervalo temporal considerado. En base a dichas asociaciones, se ha elaborado un esquema de reconstrucción paleoecológica de los materiales estudiados, deduciéndose un ambiente de mar profundo (desde plataforma externa hasta epibatial), para los materiales estudiados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Sociedad de Estudios Vascos (Eusko Ikaskuntza), sociedad a la que los autores manifiestan su agradecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- ADÁN DE YARZA, R. (1892). Descripción física y geológica de la provincia de Bizkaia. *Mem. Com. Mapa Geol. España*, 139 pp.
- ADÁN DE YARZA, R. (1906). El País Vasco en las edades geológicas. *Bol. Ins. Geol. Min. España*, XXVIII: 45-71.
- ADÁN DE YARZA, R. (1918). Descripción fisico-geológica del País Vasco-Navarro. *Geogr. Gen. País Vasco*. 1: 1-86.
- AMiot, M.; FLOQUET, M. y MATHEY, B. (1983). Relations entre les trois domaines de sédimentation. In: «Vue sur le Crétacé basco-cantabrique et nord-ibérique». *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 9:169-175.
- ANDREU, B. (1978). Ostracodes Albiens et Cenomaniens dans la zone Sud-Pyreneenne, les Chaines Iberiques Aragonaises, le Portugal. These 3^o cycle, Univ. Toulouse, 2 vol: 290 pp. (inedita).
- BABINOT, J.F. (1980). Les ostracodes du Crétacé supérieur de Provence: Systématique, Biostratigraphie, Paléoécologie, Paléogéographie. (Thèse d'Etat). *Travaux Laboratoire Géologie Historique et Paleontologie*, Univ. de Provence, Marsielle, 3; 634 pp.
- BABINOT, J.F. (1985). Paléobiogeographie des ostracodes du Crétacé supérieur des marges ouest-européennes et nord-africaines de la Téthys. *Bull. Soc. géol. France*, 8, 1, (5): 739-745.
- BABINOT, J.F. & COLIN, J.P. (1983). Marine late Cretaceous ostracode faunas from southwestern Europe: paleoecological synthesis. (In: Applications of Ostracoda, F. Maddocks). VIII International Symposium on Ostracodes, Houston, 1982. Ed. University of Houston Geosciences, Houston: 182-205.
- BABINOT, J.F.; COLIN, J.P. y DAMOTTE, R. (1985). Ostracodes du Crétacé supérieur. In: Oertli (Ed.). Atlas des Ostracodes de France. Mémoires Elf-Aquitaine, Pau, vol. 9:211-255.

- BENSON, R.H. (1975). The role of ornamentation in the desing and function of the ostracode caparace. *Geoscience and Man*. U.S.A., 6: 47-57.
- BENSON, R.H. (1975). The origin of the psycrosphere as recorded in changes of deep-sea ostracode assemblages. *Lethaia*, 8: 69-83.
- BENSON, R.H. (1981). Form, Function and architecture of ostracode shells. *Annual Review Earth Plantery Science*. 9: 59-80.
- BREMAN, E. (1976). Paleoecology and systematics of Cenomanian and Turo-nian Ostracoda from Guadalajara and Soria (central Spain). *Revista Es-pañola de Micropaleontología*, VIII (1): 71-122.
- COLES, G. & WHATLEY, R. (1989). New Paleocene to Miocene genera and species of ostracoda from DSDP sites in the North Atlantic. *Rev. Esp. Micropaleont.*, XXI (1): 81-124.
- COLIN, J.P.; LAMOLDA, M. Y RODRÍGUEZ LÁZARO, J. (1982). Los ostrácodos del Cenomaniense superior y Turoniense de la Cuenca Vasco-Cantábrica. *Revista Española de Micropaleontología*, XIV: 187-220.
- CUEVAS, J.; EGUILUZ, L.; RAMÓN-LLUCH, R. Y TUBIA, J.M. (1982). Sobre la existencia de una deformación tectónica compleja en el flanco N del Sin-clinal de Oiz-Punta Galea (Bizkaia): nota preliminar. *Lurralde*: 47-61.
- DAMOTTE, R.; BABINOT, J.F. Y COLIN, J.P. (1981). Les otracodes du Crétacé Moyen Européen. *Cretaceous Research*, 2:287-306.
- DE DECKKER, P.; COLIN, J.P. Y PEYPOUQUET, J.P. (1988). Ostracoda in the Earth Sciences. *Elsevier*, Amsterdam, 302 pp.
- DEROO, G. (1966). Cytheracea du Maastrichtien (Pays-Bas). Ed. Ernes van Aelst. Maastricht. Serie C, 2 (2): 197 pp.
- ELORZA, J.J.; ORÚE-ETXEBARRÍA, X. Y LAMOLDA, M. (1984). Existencia de una fracturación intensa en el área de Sopelana-Meñacoz (NE Bilbao). 1º Congr. Esp. Geol., III: 177-188.
- ESPEJO, J.A. et al.(1975a). Mapa geológico de España, 1/50.000, nº 38 (Algor-ta), la ed., 2a ser., Inst. Geol. Min. España, Madrid.
- FEUILLEE, P. (1967). Le Cénomaniens des Pyrénées basques aux Asturies. Es-sai d'analyse stratigraphique. *Mém. Soc. Géol. France*, 108, 343 pp.
- GARCÍA ZÁRRAGA, E. & RODRÍGUEZ LÁZARO, J. (1990,in press.).Late Creta-ceous ostracode faunas from the Biscay Synclitorium (Basque Are, Nor-thern Spain). (Contributions: Fist European Ostracodologist' Meeting). *Cour, Forsch. Inst. Senckengerg*, Frankfurt.
- HARTMANN, G. Y PURI, H. (1974). Summary of Neontological and Paleontological classification of Ostracoda. *Mitt. Hamburg Zool. Museum. Inst.*, 70: 7-73.
- HOWE, Y. Y LAURENCICH, L. (1958). Introduction to the study of Cretaceous Ostracoda. Lousiana State University Press, Baton Rouge, 536 pp.

- LIEBAU, A. (1975). Comments on suprageneric taxa of the Trachyleberididae s.n. (Ostracoda, Cytheracea). *Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie Abhandlungen*, Stuttgart, 148 (3): 353-359.
- MATHEY, B. (1982). El Cretácico superior del Arco Vasco. *Zn: «El cretácico de España»*. Univ. Complutense, Madrid: 111-136.
- MATHEY, B. (1983). Le système des Flysch calcaires. Le système du flysch greseux. Le système marno-calcaire fini-crétacé: *In: «Vue sur le Crétacé basco-cantabrique et nord-ibérique»*, *Mém. géol. Univ. Dijon*, 9: 97-106.
- MATHEY, B. (1986). Les flysch Crétacé supérieur des Pyrénées basques. Age, anatomie, origine du matériel, milieu de dépôt et relations avec l'ouverture du Golfe de Gascogne. Thèse Doct. Etat. Univ. Bourgogne, Dijon. inéd. 403 pp.
- MATHEY, B. (1988). Paleogeographical evolution of the Basco-Cantabrian Domain during the upper Cretaceous. *In: Lamolda, M.; Mathey, B. & Wiedmann, J. Field-Guide Excursion to the Cretaceous-Tertiary boundary section at Zumaya (Northern Spain)*. *Rev. Esp. Paleont., n° extraor., Paleontology and Evolution: Extinction Events*: 142-147.
- MOORE, R. (ED) (1961). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. Q. Artthropoda 3, Crustacea, Ostracoda*, Geological Society American and Univ. of Kansas Press., 442 pp.
- MORKHOVEN, F.P.C.M. VAN (1962). Post-Palaeozoic ostracoda. Their morphology, taxonomy and economic use. Volumen I: General. Volumen II. Generic descriptions. Elsevier Publishing Company, Ams., London, New York, V.1: 204 pp.; V.2: 478 pp.
- QRÚE-ETXEBARRIA, X. (1982). Los foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Sinclínorio de Bizkaia (Corte Sopelana-Punta de la Galea). Tesis, 271 pp. Bilbao.
- PEYPOUQUET, J.P. (1975). Les variations des caractères morphologiques internes chez les ostracodes des genres *Krithe* et *Parakrithe*. Relation possible avec le teneur en CO_2 dissous dans l'eau. *Institute Géologie du Bassin Aquitaine Bulletin*, Bordeaux, 17: 81-88.
- PEYPOUQUET, J.P. (1977). Les ostracodes et la connaissance des paléomilieus profonds. Application au Cénozoïque de l'Atlantique nord-oriental. Thèse Doctorat d'état Sciences, B.R.G.M. Bordeaux, I: 1-443.
- PEYPOUQUET, J.P. (1979). Ostracodes et paléoenvironnements. Méthodologie et application aux domaines profonds du Cénozoïque. *Bulletin du B.R.G.M., Section IV G. generale*, 1 (2426).
- PEYPOUQUET, J.P. (1980). Les ostracodes et la recherches des paleorivages, indicateurs des niveaux marins. (*In: Les indicateurs de niveaux marins*, Pavillon, J.F. Ed., et al.). *Oceanis*, 5: 273-281.

- PEYPOUQUET, J.P. (1980). Les relations Ostracodes-profondeur: principes applicables pendant le Cenozoïque. *Institute de Géologie Bassin Aquitaine*, 28: 13-28.
- PLAZIAT, J.C. (1981). Late Cretaceous to Late Eocene palaeogeographic evolution of southwestern Europe. *Palaeogeo.*, *Palaeoclim.*, *Palaeocol.*, 36: 263-320.
- POKORNY, V. (1964). The taxonomic delimitation of the subfamilies Trachyleberidinae and Hemicytherinae (Ostracoda, Crustacea). *Acta Universitatis Carolinae-Geologica*. 3: 275-284.
- RAMOS, A.O. ET AL. (1975). Mapa geológico de España, 1/50.000, hoja nº 61 (Bilbao), la ed., 2a ser. Inst. Geol. Min. España, Madrid.
- RAT, P. (1959). Les pays crétacés basco-cantabriques. Publ. Univ. Dijon, 18, 518 pp.
- RAT, P. (1983). Les régions basco-cantabriques et nord-ibériques. Présentation, problèmes posés. *In*: «Vue sur le Crétacé basco-cantabrique et nord-ibérique», *Mém. Géol. Univ. Dijon*. 9: 1-19.
- RAT, P. (1988). The Basque-Cantabrian Basin between the Iberian and European Plates: some facts but still many problems. *Rev. Soc. Geol. España*, 1, (3-4): 327-348.
- RAT, P. ET AL. (1982). Etapes et style de l'évolution de la marge cantabrique et de son arrière-pays (Espagne) au Crétacé. *C.R.Acad.Sci. Paris, D*, 295: 247-250.
- RODRÍGUEZ LÁZARO, J. (1985). Los ostrácodos del Coniaciense y Santoniense de la Cuenca Vasco-Cantábrica occidental. Tesis, Universidad del País Vasco, 527 pp., (inéd.).
- RODRÍGUEZ LÁZARO, J. (1988a). Nuevas especies de ostrácodos en el Coniaciense y Santoniense de la Cuenca Vasco-Cantábrica. *Rev. Esp. Microp.* 20, (1): 71-107.
- RODRÍGUEZ LÁZARO, J. (1988b). Biosedimentary processes in Ostracoda from the Cretaceous-Paleogene of the Basque-Cantabrian Basin (Northern Spain). *Procc. Tenth Inter. Symp. on Ostracoda, Ostracoda and Global Events, Aberystwyth (G.B.)*, 1988.
- RODRÍGUEZ LÁZARO, J.; ELORZA, J.; ORÚE-ETXEBARRIA, X. & AGUIRRE, X. (1989). Materiales de edad Maastrichtiense en la serie eocénica del flanco-SW del Sinclinorio Bizkaia (Arrigunaga, N de Bilbao). *Kobie (Serie Ciencias Naturales)*, XVIII: 105-114.
- RODRÍGUEZ LÁZARO, J. Y LAMOLDA, M. (1982). El Senoniense inferior del Valle de Losa (Burgos) y sus microfaunas, II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Cretácico de España, Albacete, 1982. Cuadernos de Geología Ibérica, 8: 99-110.

- RODRÍGUEZ LÁZARO, J. & LAMOLDA, M. (1986). Ecoestratigrafía de los ostrácodos del Coniaciense y Santoniense de la Cuenca Vasco-Cantábrica occidental (Mem. I Jornadas de Paleontología, Zaragoza, 1985). Enrique Villas, Coor., Diputación General de Aragón, Dpto. Cultura y Educación, Zaragoza; 201-219.
- RODRÍGUEZ LÁZARO, J. & LAMOLDA, M. (1987). Faunes d'ostracodes du Coniacien-Santonien Basco-Cantabrique (Nord de Burgos): leur intérêt dans la mise en évidence de régressions marines. In: Coll. Transgression-Régressions au Crétacé, Dijon, Sept., 1985. Mémoires Géol. Dijon: 254-268.
- RODRÍGUEZ LÁZARO, J.; ORÚE-ETXEBARRIA, X.; ELORZA, J.; COLIN, J.P. & DUCASSE, O. (1987). Aperçu sur les ostracodes du Crétacé supérieur-Paléogène du Bassin Basco-Cantabrique. X Réunion des Ostracodologues de Langue Française, Bilbao, 17-18 Avril 1986, 43 pp. 4 pls.